

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I

ANNEE 1980

N°

230

ETUDE NEUROPSYCHOLOGIQUE ET PSYCHOPHYSIQUE
DE L'ATAXIE OPTIQUE.

(A propos de 7 observations)

THESE

présentée à

L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I

U. E. R. FACULTÉ DE MEDECINE ALEXIS-CARREL

et soutenue publiquement le 13 Juin 1980

pour obtenir

le grade de DOCTEUR EN MEDECINE

par

VIGHETTO Alain

Interne des Hôpitaux de Lyon

Lauréat de la Faculté de Médecine Alexis-Carrel

né le 12 Février 1953

A Saint-Fons (Rhône)

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1

ANNEE 1980 87

ETUDE NEUROPSYCHOLOGIQUE ET PSYCHOPHYSIQUE
DE L'ATAXIE OPTIQUE

(A propos de 7 observations)

THESE

présentée à

L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1

U. S. R. FACULTE DE MEDECINE ALEXIS CARREL

et soutenue publiquement le 13 juin 1980

pour obtenir

le grade de DOCTEUR EN MEDECINE

par

VIGHETTO Alain

interne des hôpitaux de Lyon

inscrit au tableau de Médecine Alexis-Carrel

né le 12 février 1931

A Saint-Etienne (France)

Association Amicale des Etudiants en Pharmacie de Lyon

8, avenue Rockefeller - 69008 LYON - Tél. (7) 874-40-37

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I

ANNEE 1980

N°

**ETUDE NEUROPSYCHOLOGIQUE ET PSYCHOPHYSIQUE
DE L'ATAXIE OPTIQUE.**

(A propos de 7 observations)

THESE

présentée à

L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I

U. E. R. FACULTÉ DE MEDECINE ALEXIS-CARREL

et soutenue publiquement le 13 Juin 1980

pour obtenir

le grade de DOCTEUR EN MEDECINE

par

VIGHETTO Alain

Interne des Hôpitaux de Lyon

Lauréat de la Faculté de Médecine Alexis-Carrel

né le 12 Février 1953

A Saint-Fons (Rhône)

ANNEE 1953

ETUDE NEUROPSYCHOLOGIQUE ET PSYCHOPHYSIOLOGIQUE

DE L'ATAxie OPTIQUE

(A propos de 7 observations)

THESE

présentée à

L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I

U.F.R. FACULTE DE MEDECINE ALEXIS-CARRREL

et soutenue publiquement le 15 juin 1953

pour obtenir

le grade de DOCTEUR EN MEDECINE

par

VIGHETTO Alain

Interne des Hôpitaux de Lyon

Lauréat de la Faculté de Médecine (Alexis-Carrrel)

né le 12 février 1923

A Saint-Fons (Rhône)



TRAVAIL DE

L'UNITE DE NEUROPSYCHOLOGIE EXPERIMENTALE (U 94)

DE L'I.N.S.E.R.M.

(DIRECTEUR : PROFESSEUR MARC JEANNEROD)

-:~::~:~::~:-

COMPOSITION DU JURY

PRESIDENT, Monsieur le Professeur M. DEVIC

ASSESSEURS, Monsieur le Professeur B. SCHOTT

Monsieur le Professeur G. AIMARD

Monsieur le Professeur M. JEANNEROD

Monsieur le Professeur F. CHAIN

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1

PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ : PROFESSEUR D. GERMAIN

PREMIER VICE-PRÉSIDENT : PROFESSEUR M. DUFAY

DEUXIÈME VICE-PRÉSIDENT : M. J. C. DUPLAN

TROISIÈME VICE-PRÉSIDENT : MLE A. ECHALLON

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : M. J. RAMBAUD

=====

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

ET LEUR DIRECTEUR

ALEXIS CARREL - PROFESSEUR R. MORNEX

GRANGE BLANCHE - PROFESSEUR ZECH P.

LYON NORD - DOCTEUR MINAIRE Y. (MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ)

SUD OUEST - PROFESSEUR NORMAND J.

=====

BIOLOGIE HUMAINE - DOCTEUR REVILLARD J. P. (MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ)

TECHNIQUES DE READAPTATION - PROFESSEUR MORGON A.

SCIENCES PHARMACEUTIQUES - PROFESSEUR BIZOLLON C. A.

SCIENCES ODONTOLOGIQUES - PROFESSEUR PARRET J.

INSTITUT REGIONAL D'EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE - M. MILLON A.

MATHEMATIQUES - PROFESSEUR PICARD P.

PHYSIQUE - PROFESSEUR DELMAU J.

CHIMIE ET BIOCHIMIE - MADAME VARAGNAT A. MAÎTRE ASSISTANTE

SCIENCES DE LA NATURE - PROFESSEUR LEMOIGNE Y.

SCIENCES PHYSIOLOGIQUES - MLE LE PROFESSEUR WORBE JEANNE-FRANÇOISE

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE N° 1 - PROFESSEUR VILLE

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE N° 2 - PROFESSEUR GALLET DIRECTEUR ENSAM

OBSERVATOIRE - M. MONNET GUY - ASTRONOME ADJOINT

PHYSIQUE NUCLEAIRE - PROFESSEUR GUSAKOW M.

U. E. R. DE MECANIQUE - PROFESSEUR COMTE-BELLOT GENEVIÈVE

RESPONSABLES D'ENSEIGNEMENT

DE LA FACULTE ALEXIS CARREL

1er Cycle :

ANATOMIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR ALAIN BOUCHET

HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE-CYTOGENETIQUE-BIOLOGIE

MONSIEUR LE PROFESSEUR CHRISTIAN GIROD

CHIMIE-BIOCHIMIE-STRUCTURALE : MONSIEUR LE DOCTEUR CLAUDE NOFRE

MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

BIOCHIMIE MEDICALE : MONSIEUR LE PROFESSEUR JEAN-ANDRÉ BERTRAND

MATHEMATIQUES-STATISTIQUES : MONSIEUR LE PROFESSEUR JEAN SITE

PHYSIOLOGIE : MONSIEUR LE DOCTEUR MICHEL PELLET, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

MONSIEUR LE DOCTEUR MICHEL SCHMITT, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

PHYSIQUE-BIOPHYSIQUE : MONSIEUR LE PROFESSEUR MICHEL BERGER

PSYCHOLOGIE MEDICALE : MONSIEUR LE PROFESSEUR JEAN GUYOTAT

SCIENCES SOCIALES ET ECONOMIE MEDICALE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR LOUIS ROCHE

2ème Cycle :

ANATOMIE PATHOLOGIQUE : MONSIEUR LE PROFESSEUR MICHEL TOMMASI

MONSIEUR LE DOCTEUR ROBERT LOIRE, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

BACTERIOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR JEAN FLEURETTE

CANCEROLOGIE : MADAME LE DOCTEUR CHEIX

CARDIOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR JEAN-PIERRE DELAHAYE

MONSIEUR LE DOCTEUR JACQUES BEAUNE, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

CHIRURGIE CARDIAQUE : MONSIEUR LE DOCTEUR GÉRARD CHAMPSAUR

MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

CHIRURGIE DIGESTIVE : MONSIEUR LE PROFESSEUR PAUL MAILLET

CHIRURGIE INFANTILE : MONSIEUR LE DOCTEUR MAURICE DAUDET,

MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

CHIRURGIE OSSEUSE-ORTHOPÉDIQUE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR GEORGES DE MOURGUES

MONSIEUR LE DOCTEUR JEAN-JACQUES COMTET MAÎTRE DE CONFÉRENCES AG.

CHIRURGIE VASCULAIRE : MONSIEUR LE PROFESSEUR JACQUES DESCOTES

DERMATOLOGIE : MONSIEUR LE DOCTEUR PERROT MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

ENDOCRINOLOGIE ET NUTRITION : MONSIEUR LE DOCTEUR FRANÇOIS BERTHEZENE
MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

GASTRO-ENTEROLOGIE : MONSIEUR LE DOCTEUR LOUIS DESCOS
MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

GENETIQUE GENERALE : MONSIEUR LE PROFESSEUR MICHEL HERMIER

GYNECOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR YVES ROCHET
MONSIEUR LE DOCTEUR ALAIN BREMOND, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

HEMATOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR JEAN-JACQUES VIALA

HEMOBIOLOGIE : MONSIEUR LE DOCTEUR DECHAVANNE MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

HYGIENE : MONSIEUR LE DOCTEUR JEAN-CLAUDE MONIER MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

MALADIES INFECTIEUSES : MONSIEUR MAURICE GIROUD
PROFESSEUR AGRÉGÉ DU VAL DE GRÂCE

MEDECINE EXPERIMENTALE : MONSIEUR LE PROFESSEUR RENÉ MORNEX

MEDECINE LEGALE : MONSIEUR LE PROFESSEUR LOUIS ROCHE

MEDECINE DU TRAVAIL : MONSIEUR LE PROFESSEUR JACQUES BOURRET

NEPHROLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR BERNARD FRANCOIS

NEURO-CHIRURGIE : MONSIEUR LE DOCTEUR GEORGES FISCHER
MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ
MONSIEUR LE DOCTEUR ROBERT DERUTY, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

NEUROLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR MICHEL DEVIC
MONSIEUR LE DOCTEUR PAUL TROUILLAS, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

OBSTETRIQUE : MONSIEUR LE PROFESSEUR RENÉ GARMIER

OPHTALMOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR MAURICE PAUPERT-RAVAULT

OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR HENRI MARTIN

PARASITOLOGIE : MADEMOISELLE LE DOCTEUR MADELEINE MOJON
MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

PEDIATRIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR RENÉ FRANCOIS
MONSIEUR LE DOCTEUR LOUIS DAVID, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

PHARMACOLOGIE : MONSIEUR LE DOCTEUR JEAN-CLAUDE EVREUX
MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

PNEUMO-PHTISIOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR ROGER TOURAINE
MONSIEUR LE DOCTEUR JEAN-PIERRE BERNARD MAÎTRE DE CONFÉRENCES AG.

PSYCHOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR JEAN GUYOTAT
MONSIEUR LE DOCTEUR MICHEL MARIE-CARDINE MAÎTRE DE CONFÉRENCES A

RADIOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR EDOUARD PINET
MONSIEUR LE DOCTEUR PIERRE BUFFARD, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ
MONSIEUR LE DOCTEUR LOUIS CHOLLAT, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

RHUMATOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR PIERRE MEUNIER

SEMEIOLOGIE CHIRURGICALE : MONSIEUR LE DOCTEUR JACQUES VIGNAL
MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

SEMEIOLOGIE MEDICALE : MONSIEUR LE DOCTEUR JACQUES ORGIAZZI
MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

STOMATOLOGIE : MONSIEUR LE PROFESSEUR PIERRE DUMAS

THERAPEUTIQUE, REEDUCATION ET READAPTATION FONCTIONNELLE :
MONSIEUR LE DOCTEUR MICHEL EYSSETTE, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉG

TRAUMATOLOGIE CHIRURGIE GENERALE : MONSIEUR LE DOCTEUR GEORGES SPAY
MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ
MONSIEUR LE DOCTEUR ETIENNE TISSOT, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

URGENCE-REANIMATION : MONSIEUR LE PROFESSEUR RAYMOND DELEUZE
MADAME LE DOCTEUR SUZANNE ESTANOVE, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

UROLOGIE : MONSIEUR LE DOCTEUR PAUL PERRIN, MAÎTRE DE CONFÉRENCES AGRÉGÉ

A notre Maître et Président de thèse,

Monsieur le Professeur M. DEVIC,

Au cours des deux semestres d'Internat passés sous sa maîtrise, nous avons pu mesurer l'étendue de sa culture médicale et profiter de la clarté de l'enseignement qu'il dispense généreusement.

Nous le remercions de l'honneur qu'il nous fait en acceptant la présidence de cette thèse, et de la confiance qu'il nous témoigne en nous accueillant parmi ses élèves.

A nos Maîtres et Juges,

Monsieur le Professeur B. SCHÖTT,

Nous avons été profondément marqués par l'enthousiasme, l'érudition et le génie intuitif de ce grand clinicien. Nous avons été particulièrement sensible à la passion communicative qu'il manifeste pour la Neuropsychologie, discipline qu'il connaît mieux que quiconque.

Conscient de l'honneur qu'il nous fait en nous jugeant, nous lui adressons notre respectueuse gratitude.

Monsieur le Professeur G. AIMARD,

Nous ne saurions dans le cadre d'une simple dédicace, le remercier pour les nombreux témoignages de bienveillance qu'il nous manifeste. Dès le début de notre Internat, il nous a encouragé et a dirigé notre activité. Il sait combien nous sommes heureux de travailler à ses côtés. Nous apprécions non seulement le remarquable sens pédagogique que chacun lui reconnaît, mais également la qualité des relations humaines qu'il entretient avec ses élèves.

Qu'il veuille bien trouver dans ce travail, un modeste gage de notre sincère reconnaissance et de notre respectueux attachement.

Monsieur le Professeur M. JEANNEROD,

Il nous a confié le sujet de cette thèse.

Nous le remercions de nous avoir accueilli dans son laboratoire, nous offrant ainsi la chance de collaborer à un travail privilégié, à la frontière entre la Clinique et la Recherche. Nous souhaiterions vivement poursuivre cette collaboration à ses côtés.

Nous tenons à lui exprimer notre admiration et notre reconnaissance.

Monsieur le Professeur F. CHAIN;

Le souvenir d'une visite qu'il fit à l'Hôpital Neurologique n'a certainement pas été étranger à notre vocation. Il est l'un des plus éminents représentants de la Neuropsychologie française. Aussi attendons nous tout à la fois ses critiques, qui seront les bienvenues et son indulgence.

Nous sommes fiers et honorés d'effectuer prochainement un stage à ses côtés. Nous le remercions de pouvoir le compter parmi nos juges.

A mes Parents,

A ma Famille,

A mes Amis,

Que Messieurs les Professeurs Garde, Lecuire et Schott, qui nous
ont permis l'étude de leurs patients,

Que Monsieur le Docteur F. Mauguière qui a aimablement contribué
au recrutement des patients,

Que Mademoiselle le Docteur M.T. Perenin avec qui nous avons réalisé
ce travail,

Que Monsieur C. Prablanc, qui a mis au point le dispositif
expérimental que nous avons utilisé,

Que Madame M. Maurice, qui a tapé cette thèse,

Que Monsieur S. Bello, qui a réalisé les documents photographiques,

trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

INTRODUCTION

L'ataxie optique se manifeste par une imprécision des mouvements de saisie manuelle des objets qui ne relève pas d'un déficit "élémentaire" (visuel, sensitif ou moteur).

Bien qu'il s'agisse d'une manifestation clinique rare, son intérêt n'est pas simplement anecdotique. En effet, le nombre relativement important de travaux récents qui lui ont été consacrés ou qui lui font référence reflète l'intérêt que l'ataxie optique suscite dans le cadre de l'étude de la coordination oeil-main (Perenin et coll., 1979).

Ce travail vise à une meilleure connaissance de ce trouble au moyen d'une étude "objective" des performances de sept patients présentant une ataxie optique isolée. Il s'inscrit dans le cadre d'une approche multi-directionnelle de la coordination visuomotrice, menée à l'Unité de Neuropsychologie Expérimentale. Il a ainsi bénéficié de la confrontation d'une part des données recueillies chez le sujet normal (Prablanc et coll., 1979a-b) d'autre part des données de l'expérimentation animale (Faugier-Grimaud et coll., 1978). Ce travail a également été rendu possible par la coopération des médecins des services de Neurologie de Lyon qui a permis le recrutement de nos patients.

Cette étude se compose de 4 parties :

- le premier chapitre concerne l'historique de l'ataxie optique : les principales observations publiées sont envisagées, en dégagant les différentes hypothèses physiopathologiques proposées.

- Les 2 chapitres suivants exposent l'état actuel des connaissances concernant le geste guidé à but visuel dans ses aspects physiologiques et anatomiques.

Les 7 observations sont ensuite étudiées d'une part sous l'angle neuropsychologique, d'autre part sous l'angle expérimental. Celui-ci comporte deux parties : une analyse "compor-

tementale" du geste de préhension d'objet et une analyse psychophysique du geste de pointage sur des cibles visuelles.

- Les données cliniques et expérimentales sont discutées et un essai de synthèse de la plus grande partie des faits exposés et des travaux de la littérature est proposé.

PLAN

I - <u>HISTORIQUE ET PROBLEMES NOSOLOGIQUES DE L'ATAXIE OPTIQUE</u>	1
Introduction	1
Historique	2
Problèmes nosologiques	14
1°) Trouble perceptif	14
2°) Disconnexion visuomotrice	15
3°) Influence de la spécialisation hémisphérique	16
4°) Atteinte des aires pariétales associatives	16
II - <u>RECHERCHE ET CRITERES DE L'ATAXIE OPTIQUE</u>	18
III - <u>LA COORDINATION VISUOMOTRICE : ORGANISATION DE LA SAISIE MANUELLE SOUS CONTROLE DE LA VUE</u>	20
1°) Le système visuel	21
1.1 - Fonction de localisation	21
1.1.1. - Au niveau du système oculomoteur	22
1.1.2. - Au niveau du système moteur squelettique	23
1.2 - Fonction d'identification	23
2°) Le système moteur	23
IV - <u>BASES ANATOMO PHYSIOLOGIQUES DU GESTE GUIDE A BUT VISUEL</u>	27
1°) Versant afférent	27
1.1. - Dualité anatomique	27
1.1.1. - Le système géniculo-strié	27
1.1.2. - Le système rétino-tectal	29
1.2. - Dualité fonctionnelle	29
1.2.1. - Lésion de la voie géniculo striée	29
1.2.2. - Lésion de la voie rétino tectale	31

.../...

2°) Versant efférent	33
3°) Niveau des structures d'intégration	35
3.1. - Au niveau du canal "focal"	36
3.2. - Au niveau du canal "spatial"	40
3.2.1. - Conséquences de l'ablation limitée des aires pariétales postérieures	41
3.2.2. - Etude électrophysiologique	44
3.2.3. - Etude anatomique	47
 V - <u>OBSERVATIONS CLINIQUES</u>	53
A - Lésions gauches	54
1°) <u>Observation N° 1 : Rio..</u>	54
2°) <u>Observation N° 2 : Del..</u>	58
3°) <u>Observation N° 3 : Par..</u>	64
4°) <u>Observation N° 4 : Red..</u>	69
5°) <u>Observation N° 5 : Vil..</u>	81
 B - Lésions droites	90
1°) <u>Observation N° 6 : Bau...</u>	90
2°) <u>Observation N° 7 : Pon..</u>	96
 VI - <u>METHODES D'EXAMEN</u>	105
1°) Examen neurologique et neuropsychologique	105
2°) Etude des gestes de préhension	105
3°) Epreuve d'orientation manuelle	106
4°) Perception visuo-spatiale	107
5°) Analyse des réponses oculaire et manuelle dans une tâche de pointage vers une cible visuelle	109
 VII - <u>ETUDE EXPERIMENTALE</u>	116
A - Epreuves de préhension	116
1°) Epreuves de préhension d'une cible visuelle	116
1.1 - Sujets porteurs d'une lésion gauche	116
1.2 - Sujets porteurs d'une lésion droite	124
2°) Epreuve de localisation d'une cible acoustique	128

B - Epreuve d'orientation manuelle	130
1°) Sujets porteurs d'une lésion gauche	130
2°) Sujets porteurs d'une lésion droite	133
C - Test de perception visuelle de position et d'orientation	135
D - Résultats du test de pointage	137
1°) Résultats chez le sujet normal	137
1.1. - Analyse des latences de réponse	138
1.1.1. - Latence des saccades oculaires	138
1.1.2. - Latence de la réponse manuelle	139
1.1.3. - Comparaison des latences	139
1.2. - Durée du mouvement	141
1.2.1. - Durée de la saccade	141
1.2.2. - Durée du mouvement de la main	141
1.3. - Précision des mouvements	141
1.3.1. - Position de l'oeil à la fin de la première saccade	141
1.3.2. - Position finale de la main	142
1.4. - Discussion des résultats	144
1.4.1. - Système oculomoteur	144
1.4.2. - Comparaison de la précision du pointage entre les 2 mains	144
1.4.3. - Comparaison de la précision du pointage entre les 2 champs	144
1.4.4. - Facteurs déterminants de la précision manuelle	145
2°) Résultats chez les sujets porteurs d'une ataxie optique	146
2.1. - Analyse des latences	146
2.1.1. - Latence des saccades oculaires	146
2.1.2. - Latence de départ de la main	150
2.1.3. - Comparaison des latences de l'oeil et de la main	161

IX - <u>SYNTHESE TERMINALE</u>	246
X - <u>CONCLUSIONS</u>	249
XI - <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	251

CHAPITRE I - HISTORIQUE ET PROBLEMES NOSOLOGIQUES

INTRODUCTION

L'ataxie optique correspond à une imprécision des gestes, en particulier de préhension, effectués sous le contrôle de la vue, qui ne dépend ni d'un déficit visuel (amputation du champ, baisse de l'acuité), ni d'un déficit de la proprioception, ni d'un déficit de la force musculaire.

L'absence de tels déficits la définit comme une perturbation spécifique de la coordination visuomotrice, c'est à dire de la capacité à utiliser les données visuelles pour l'élaboration de gestes précis.

A côté de cette conception, défendue par Balint, qui fait de l'ataxie optique une entité autonome, Holmes et ses tenants considèrent que l'imprécision du geste sous contrôle visuel est liée à un trouble de perception spatiale.

Cependant, si cette dernière interprétation peut être retenue dans certains cas, on ne peut considérer que toutes les imprécisions des gestes de préhension sont déterminées par un défaut de localisation spatiale. Plusieurs observations ont en effet confirmé qu'au moins certaines d'entre elles en sont indemnes. Ces seules observations correspondent stricto sensu à une ataxie optique. Celles où le trouble perceptif spatial est au premier plan (difficultés d'estimation des distances, de la position relative des objets), qu'il soit bilatéral ou limité à un hémichamp, représentent une entité différente, rattachée au syndrome de "désorientation visuelle" de Holmes.

HISTORIQUE

Les premières observations qui ont fait mention d'une maladresse du geste de saisie d'un objet pourtant perçu, sont celles de Crouigneau (1884) et de Badal (1888). Pick (1898) en apporte la première description chez un malade porteur d'un ramollissement bilatéral du lobe pariétal inférieur, en rapportant le trouble à un défaut de la "localisation en profondeur".

C'est en fait avec Balint (1909) que naît le terme d' "ataxie optique". Le patient dont il rapporte l'observation est en effet gêné lorsqu'il doit effectuer des mouvements sous contrôle visuel, essentiellement de la main droite : "lorsqu'il doit allumer une cigarette, il le fait plus souvent au milieu qu'au bout; quand il doit couper sa viande en tenant le couteau de la main droite, il la cherche en dehors de l'assiette; lorsqu'il doit saisir un objet avec sa main droite, il passe régulièrement à côté et ne trouve l'objet que lorsque sa main heurte "par hasard" celui-ci". Le trouble existe même lorsque le patient fixe l'objet, mais il est majoré en vision périphérique. La main gauche est par contre très adroite. Balint exclut une origine visuelle puisque le champ visuel est normal, et une origine apraxique. Par analogie avec l'ataxie tabétique où la vision compense la proprioception défaillante, il dénomme ce trouble ataxie optique dans la mesure où le sujet compense le manque du contrôle visuel de son mouvement par les indices sensitifs.

A côté de cette ataxie optique, ce malade présente deux ordres de manifestations, une paralysie psychique du regard et un trouble spatial de l'attention. Cette triade constitue le syndrome de Balint.

Bien que son champ visuel soit normal en campimétrie, et qu'il ne présente pas de paralysie oculomotrice, le sujet manifeste une inattention pour tous les événements visuels apparaissant dans son champ périphérique. Ce rétrécissement concentrique du champ de l'attention visuelle (paralysie psychique du regard) ne permet au malade de ne voir qu'un objet à la fois, aussi petit soit-il, mais il le voit en entier, aussi grand soit-il.

Le troisième élément est constitué par une négligence visuelle pour le côté gauche de l'espace.

La vérification anatomique montre une atteinte bilatérale et asymétrique des régions pariéto-occipitales.

Pour Balint, il ne fait pas de doute que l'ataxie optique est indépendante de la paralysie psychique du regard. A l'opposé de cette dernière, l'ataxie optique est d'ailleurs latéralisée au membre supérieur droit chez son malade.

Cette incoordination relève, pour l'auteur, de l'interruption des voies qui relient les excitations parvenues au cortex visuel aux centres moteurs de la main.

Quelques années plus tard, Smith et Holmes (1916), puis Holmes (1918) décrivent chez des blessés de guerre porteurs de lésions bi-pariétales un tableau ressemblant à certains égards à celui décrit par Balint. Leurs patients présentent cependant un comportement oculo-moteur particulier, que n'a pas rapporté Balint, qui consiste, en une errance du regard lors de la recherche d'un objet décelé en vision périphérique et une difficulté à maintenir la fixation lorsque "par hasard" celle-ci est obtenue. Cette "ataxie du regard" s'accompagne de troubles de la localisation visuelle des objets concernant l'appréciation de la position et de la distance des objets entre eux et par rapport au sujet, ainsi que leur dimension relative. Bien que ces sujets réalisent parfaitement des gestes "réflexifs", ils présentent une incapacité absolue à saisir un objet, avec une main comme avec l'autre, même en le fixant. Cette atteinte bilatérale des gestes de préhension relève pour Holmes d'un "trouble de l'orientation visuelle", sous la dépendance d'un défaut, soit de l'information visuelle, qui altère la reconnaissance de la position rétinienne relative des objets, soit de l'information proprioceptive des muscles de la nuque et des yeux, entravant la localisation absolue des objets par rapport au sujet.

Ainsi, si pour Balint, l'ataxie optique est liée à une disconnexion visuo-motrice, elle résulte pour Holmes d'un trouble perceptif spatial.

Les observations ultérieures mentionnant ce symptôme se réfèrent soit au syndrome de Balint soit à la "désorientation visuelle" de Holmes suivant les éléments séméiologiques associés. Cependant, dans les 2 cas on ne reconnaît pas à l'ataxie optique une valeur d'entité autonome.

Il n'est pas question de reprendre ici la discussion des syndromes bilatéraux de la jonction pariéto-occipitale (Eyssette, 1969) se rapprochant du syndrome de Balint (Stengel 1944 ; Hecaen et coll., 1950 ; Hecaen et Ajuriaguerra, 1954 ; Guyotat et coll., 1955 ; Luria, 1959 ; Luria et coll., 1963 ; Tyler, 1968 ; Kase et coll., 1977) ou du syndrome de Holmes (Godwin-Austen, 1965 ; Michel et coll., 1965) dans la mesure où la complexité et la multiplicité des symptômes n'aident ni à caractériser l'ataxie optique ni à formuler des hypothèses pathogéniques la concernant. Dans ces syndromes correspondant toujours à des lésions bilatérales, l'ataxie optique est généralement bilatérale mais elle peut être latéralisée (Balint, 1909 ; Hecaen et coll., 1950).

Ce n'est guère que depuis une quinzaine d'années avec Garcin et coll. (1967) que l'ataxie optique a été redécouverte comme entité anatomo-clinique et ce à partir d'observations dans lesquelles elle est isolée, en particulier de troubles oculomoteurs. Il s'agit alors de lésions habituellement unilatérales dont l'expression clinique latéralisée permet la comparaison avec un côté sain.

Cependant, avant d'aborder la "période moderne", il est nécessaire de décrire les rares observations antérieures mentionnant une difficulté de saisie des objets et relevant d'une lésion unilatérale.

Ces observations sont rapportées sous le nom de désorientation visuelle limitée à un hémichamp.

Riddoch (1935) a rapporté le premier, une désorientation visuelle limitée à l'hémichamp droit à propos de 2 observations de lésion pariétale gauche. Alors que les 2 patients n'éprouvent aucune gêne pour saisir les objets dans la vie courante, l'examen systématique montre une désorientation visuelle strictement limitée à l'hémichamp droit.

Le pointage manuel (la main n'est pas précisée) est défectueux en vision périphérique, et ce d'autant plus que la cible est plus excentrique ; le 1er patient pointe toujours à droite de l'objet présenté et le second toujours en dessous et en avant de l'objet. Il existe de façon concomitante dans cet hémichamp des erreurs d'estimation des distances et de la localisation absolue des objets. Le champ visuel est considéré comme normal en confrontation et sur le plan de l'oculomotricité, sont simplement notés un défaut du maintien de la fixation latérale droite dans le 1er cas et une discrète inattention visuelle droite chez le second.

Brain rapporte 3 observations comparables en 1941. Dans le 1er cas une désorientation dans les champs homonymes visuels droits est apparue après l'ablation d'esquilles osseuses dans le lobule pariétal supérieur gauche. Les 2 mains sont maladroites et pointent en hypométrie en vision périphérique dans le champ droit. Le trouble persiste cependant si le sujet fixe la cible à droite, même s'il ferme les yeux pendant le geste de saisie.

Les 2 autres cas concernent des lésions droites (pariétale et temporale). Les 2 patients qui ont remarqué une certaine maladresse de leur main gauche présentent une imprécision du pointage dans l'hémichamp gauche, majorée en vision périphérique mais également présente en vision fovéale. Dans les 3 cas, le champ visuel et l'oculomotricité sont considérés comme normaux. Le 2ème patient présente en outre un trouble de la sensibilité profonde de l'hémicorps gauche qui doit rendre prudent quant à l'interprétation de la maladresse.

Reprenant les thèses associationnistes, Brain considère l'ataxie optique comme résultant d'une disconnexion entre le cortex visuel et l'aire motrice de la main.

L'observation N° 33 de Stenvers (1961) entre également dans ce cadre. Il s'agit d'un jeune gaucher porteur d'une fistule post-traumatique située à l'extrémité supérieure du lobe temporal droit, qui, pendant les phases de "collection" ressent une impression bizarre

dans la main gauche et est incapable de saisir avec celle-ci les objets qu'il voit pourtant bien. Après l'évacuation, le trouble disparaît totalement et ne persiste qu'un défaut de localisation de la main droite dans le champ gauche.

Stenvers reconnaît dans le trouble l'interruption d'un "arc réflexe opto moteur".

Ce n'est en fait qu'avec l'observation de Garcin et coll. (1967) que l'ataxie optique est analysée et reconnue en tant que telle. Il s'agit d'une femme de 46 ans, droitnière qui "éprouve de grandes difficultés à saisir les objets situés devant elle". La patiente voit bien les objets mais lorsqu'ils sont présentés dans le champ visuel gauche elle les cherche à distance de l'endroit où ils se trouvent et, ne les localisant pas elle explore l'espace autour d'elle comme le ferait un aveugle. L'ataxie optique, localisée au champ gauche est identique pour les 2 mains.

Le trouble de préhension se manifeste quand la patiente, regardant devant elle, doit saisir un objet présenté sur la gauche. Mais la précision n'est guère améliorée quand elle suit du regard le déplacement de l'objet et quand elle est libre de fixer l'objet situé à sa gauche. Par contre, la préhension de son propre pouce positionné dans le champ gauche est normale.

Le champ visuel droit est normal ; à gauche il présente un rétrécissement concentrique avec une encoche dans le secteur nasal. La vision stéréoscopique est normale. Les mouvements oculaires sont normaux hormis un déficit du nystagmus optocinétique gauche et une faiblesse des mouvements de poursuite à gauche. On note enfin une extinction sensitive en faveur de la droite et une apraxie constructive.

L'étude longitudinale permet de surprendre les différents aspects de la régression du trouble : au 26ème jour l'ataxie optique n'est plus observée qu'en vision périphérique et au 45ème jour elle a totalement disparu.

Les auteurs insistent sur le rôle de l'automatisme de fixation oculaire qui permet de compenser, au moins à un certain stade de l'évolution, -et peut-être par le biais de la proprioception des muscles oculaires- l'ataxie optique, et ils s'interrogent sur le rôle de son dérèglement dans la survenue du trouble.

L'observation de Castaigne et coll. (1971) a également trait à une ataxie optique des 2 mains dans le champ visuel gauche. Elle est apparue à la suite d'une intervention chirurgicale pour anévrisme intraventriculaire. L'incision est passée "à la partie supérieure de l'hémisphère droit à la jonction de lobes pariétal et occipital en intéressant plus précisément la partie antérieure de l'aire 19 de Brodman dans l'hémisphère mineur".

Le trouble de préhension se manifeste dans les 2 hémichamps gauches, quelque soit l'objet présenté, sa forme, sa couleur et sa distance. La malade cherche l'objet à distance, le plus souvent en avant ; si sa main bute "par hasard" sur le bras de l'examineur ou sur l'objet, la correction est immédiate et elle saisit l'objet. Cette gêne ne se manifeste qu'en vision périphérique ; elle s'améliore si l'objet est préalablement et transitoirement fixé. Elle disparaît si l'objet est fixé pendant la saisie. L'amélioration de la préhension est encore plus nette si l'on déplace l'objet dans le champ gauche en faisant effectuer un mouvement de poursuite oculaire. La précision de chaque main dans le champ droit est parfaite ainsi que la préhension de son propre pouce placé dans son champ gauche. Le déficit est inchangé 3 ans plus tard.

Le champ visuel montre une encoche inférieure de l'hémichamp nasal de l'oeil droit. La vision stéréoscopique, les mouvements oculaires et la localisation relative des objets sont normaux. Il existe enfin une extinction visuelle en faveur de la droite.

Castaigne et coll. rapportent en 1975 une observation similaire. Après une incision pariéto-occipitale droite pour exérèse d'une tumeur intraventriculaire droite, est découverte une ataxie optique du membre supérieur et du membre inférieur gauche dans le champ visuel gauche, ainsi que très occasionnellement du membre supérieur droit dans le champ gauche. Elle n'est présente qu'en vision périphérique et disparaît si le sujet peut fixer préalablement la cible. Le trouble survient aussi bien lorsque le geste de pointage est proximal (après immobilisation des articulations du coude et du poignet par des attelles) que lorsqu'il est distal et met en jeu les doigts. Le champ visuel montre une encoche inférieure dans les champs homonymes gauches, séquellaire d'une hémianopsie totale initiale. La vision stéréoscopique est normale ainsi que les mouvements oculaires. Il existe en outre une extinction sensitive et visuelle du côté gauche.

Dans les 2 cas, la topographie de l'incision est comparable et la séméiologie visuomotrice est rattachée à l'effet de cette seule incision. Pour les auteurs, celle-ci interromprait les voies de connexions visuomotrices intrahémisphériques occipito-frontales droites, ce qui rendrait compte du trouble à préhension de la main gauche dans le champ gauche. Dans la mesure où la préhension croisée est intacte (main gauche-champ droit) ils admettent le respect des connexions entre les centres visuels gauches et les aires motrices droites. L'imprécision de la main droite dans le champ gauche provient alors de l'interruption des connexions interhémisphériques unissant le cortex strié droit à l'aire motrice gauche.

Schott et coll (1972) apportent 2 observations dans lesquelles l'ataxie optique est présente dans les 2 hémichamps visuels, pour la main controlatérale à la lésion. La première concerne une lésion gauche avec syndrome de Gerstmann totalement régressif, la seconde une lésion droite avec un syndrome pariétal associé (main gauche pariétale). Les auteurs reprennent les éléments de définition de l'ataxie optique et insistent notamment sur l'amélioration des performances par le "regard aveugle" (lorsque le sujet, après avoir fixé l'objet à saisir, réalise son geste les yeux fermés).

L'observation n° 7 de la thèse de Mey (1977) concerne une ataxie optique de la main droite, essentiellement dans le champ droit, liée à la présence d'une tumeur métastatique pariétale gauche. La préhension est cependant gênée par une amputation traumatique de 3 doigts de la main droite. Le champ visuel, l'acuité visuelle et les mouvements oculaires sont considérés comme normaux. Sur le plan sensitif, les cercles de Weber sont élargis à droite.

Le cas n° 5 de Rondot et coll. (1977) est une femme de 74 ans qui dans les suites d'un épisode confusionnel a présenté une ataxie optique des 2 mains dans le champ gauche, régressive en 5 mois. Si le champ visuel et l'oculomotricité sont normaux, il existe une extinction visuelle gauche, une héli-asomatognosie gauche et une apraxie idéomotrice plaçant en faveur d'un accident vasculaire bilatéral.

C'est avec les travaux de Tzavaras et coll. (1974) que l'analyse du geste au cours de l'ataxie optique est développée. L'observation détaillée qu'ils rapportent permet de discuter les rapports pouvant exister entre ataxie optique et apraxie idéomotrice. Leur patient, un droitier de 60 ans, opéré pour un hématome pariéto-occipital gauche présente en effet une ataxie optique de la main droite dans le champ droit en vision périphérique. Lorsqu'il tente de saisir un objet, il tend à sous estimer l'excentricité et à surestimer la profondeur. Les coordonnées visuelles subjectives sont conservées ; le champ visuel est amputé par une quadranopsie inférieure droite ; les mouvements oculaires sont normaux bien qu'il existe une certaine négligence de l'espace droit. Il existe en outre un syndrome de Gerstman, une autotopagnosie, une spontanéité motrice du membre supérieur droit et une apraxie idéomotrice à prédominance gauche.

Les performances manuelles sont tout à fait différentes dans les gestes des praxies idéomotrices et des praxies idéatoires. Dans le premier cas l'effondrement des capacités de la main gauche contraste avec des performances assez bonnes de la main droite ; dans le second cas, c'est presque l'inverse, la main droite redevient inerte et la main gauche veut tout faire.

Il faut en outre signaler l'existence d'un trouble sensitif du membre supérieur droit avec trouble arthrokinesthésique, astéréognosie et extinction sensitive.

Les auteurs rapportent le tableau à une double disconnexion : occipito-frontale pour l'ataxie optique, et pariéto-motrice pour l'apraxie.

Parallèlement, de nombreux travaux expérimentaux concernant l'analyse du geste, conduisent à distinguer dans celui-ci une composante proximale et une composante distale. Tzavaras et Masure (1976) montrent que dans les cas d'ataxie optique, les tâches destinées à explorer ces 2 composantes peuvent être différemment altérées suivant le siège droit ou gauche de la lésion.

Leur 1ère observation est celle d'une ataxie optique de la main droite dans le champ droit, en vision périphérique, isolée de toute atteinte campimétrique et oculomotrice. Elle est associée à une indistinction droite gauche, une spontanéité motrice du membre supérieur droit, une apraxie idéomotrice et idéatoire à prédominance droite.

Leur 2ème patient présente d'une part un trouble paroxystique du schéma corporel affectant le membre supérieur gauche, d'autre part une ataxie optique des 2 mains dans le champ visuel gauche, en relation avec une métastase pariétale postérieure droite. L'examen est par ailleurs normal, en particulier le champ visuel.

L'ataxie optique serait liée à l'interruption des voies occipito-frontales gauches directes dans le 1er cas, et des voies occipito-frontales droites directes et croisées dans le second.

L'ataxie optique s'associe dans les 2 cas à la constellation symptomatique spécifique de l'atteinte du lobe pariétal droit ou gauche. Ainsi, en cas de lésion gauche (observation n° 1), elle s'associe à des difficultés praxiques ; dans le cas de lésion droite (observation n° 2), à une expérience de transformation corporelle. Bien que proches sur le plan clinique ces 2 ataxies optiques ne sont pas identiques.

Elles se différencient au test de la roue d'Haaxma et Kuypers (1975, voir chapitre IV) destiné à explorer plus spécifiquement la composante distale d'un geste de saisie, c'est à dire la capacité d'adaptation posturale de la main et des doigts.

Dans le cas de la lésion droite, la main gauche présente une erreur "spatiale" amenant la main à distance de la gouttière où se trouve le bouton à saisir, mais la préparation de la position du pouce et de l'index avant l'arrivée de la main sur l'appareil est bonne. Dans le cas de la lésion gauche, en plus de l'erreur "spatiale", la main droite présente d'une part une absence de prédisposition digitale et manuelle, d'autre part une considérable augmentation du temps de manipulation nécessaire pour extraire le bouton.

Le sujet porteur d'une lésion droite présente simplement une erreur spatiale, en relation avec la composante proximale du geste, alors que pour le sujet atteint d'une lésion gauche d'importantes difficultés du guidage visuel des mouvements fins des doigts, sont associés à l'erreur spatiale, suggérant un déficit associé du contrôle distal.

Cette différence pourrait être liée à la spécialisation hémisphérique chez l'homme, qui imprimerait ses caractères à l'ataxie optique ; difficultés visuo-spatiales en cas de lésion droite et difficultés apraxiques ou pré-apraxiques en cas de lésion gauche (Tzavaras et Hécaen, 1975 ; Tzavaras, 1978).

Cette différence séméiologique de l'ataxie optique suivant le côté de la lésion est développée dans la thèse de Mey (1977) à partir d'une série de 9 observations (dont 6 déjà décrites dans les travaux précédemment mentionnés) où l'ataxie optique est l'objet d'une étude quantitative et qualitative à partir d'enregistrements magnétoscopiques.

La dernière observation en date d'ataxie optique par lésion unilatérale est celle de Levine et coll. (1978). Leur patient est un droitier, porteur d'un glioblastome développé dans le précunéus et le lobule pariétal supérieur droit, qui présente une ataxie optique isolée pour la main gauche dans les 2 champs et la main droite dans le champ gauche, en vision périphérique. Le champ visuel ne montre qu'une restriction concentrique modérée. La périmétrie au flicker (mesure de la fréquence critique de fusion) révèle un discret déficit des 2 hémichamps de l'oeil gauche et du champ gauche de l'oeil droit. Les mouvements oculaires, la vision stéréoscopique et la localisation absolue des objets sont conservés. Il n'y a pas de déficit moteur mais les mouvements d'habileté manuelle sont moins bons à gauche (test du "tapping").

L'observation semble comporter tout à la fois une atteinte du membre controlatéral (à l'instar des expérimentations animales) et du champ visuel controlatéral. Selon ces auteurs, bien qu'ils ne puissent formellement éliminer une déconnexion, le déficit est lié à l'atteinte des neurones pariétaux postérieurs dévolus à une fonction "d'intégration supramodale" en se référant aux travaux de Mountcastle et coll. (1976) (voir chapitre IV').

Il faut également signaler dans ce rappel historique qu'une lésion bilatérale pariétale postérieure peut déterminer une ataxie optique bilatérale sans que nécessairement elle soit associée à un syndrome de Balint.

Le malade de Boller et coll. (1975) présente une ataxie optique de sa main droite, même en vision centrale, associée à un syndrome de Gerstmann. Le champ visuel et les mouvements oculaires sont normaux. La scanographie montre 3 lésions hypodenses : pariétale gauche, prémotrice droite, calleuse paramédiane gauche. Ceci laisserait supposer l'interruption des voies occipito-frontales gauches, sans suppléance possible du fait de l'"isolement" occipital droit en relation avec la lésion frontale droite et calleuse.

4 observations concernent des ataxies optiques bilatérales par lésions bilatérales.

L'ataxie optique de l'observation n° 4 de Rondot et coll (1977) prédomine pour la main droite dans le champ droit et se manifeste surtout en vision périphérique. La fixation préalable de la cible améliore le geste de la main droite et le normalise avec la main gauche. Le champ visuel et les mouvements oculaires sont normaux. La scintigraphie montre deux images, occipitale droite et pariéto-occipitale gauche.

L'examen systématique du patient n° 8 de Mey (1977) hospitalisé pour état confusionnel, montre une ataxie optique bilatérale. Le champ visuel est amputé par une encoche supérieure temporale gauche. La scanographie ne montre qu'un aspect d'atrophie diffuse.

Le patient n° 9 de Mey (1977) a présenté après l'évacuation d'un hématome du carrefour gauche, une ataxie optique bilatérale. Les mouvements oculaires sont normaux, et le champ visuel montre une quadranopsie latérale homonyme droite inférieure. La vérification anatomique a trouvé des métastases multiples bipariétales.

Chez le malade de Damasio et Benton (1979) une ataxie optique bilatérale majeure persiste depuis 3 ans, en rapport avec un ramollissement bilatéral et symétrique pariétal postérieur identifié sur la scanographie, semblant intéresser les aires 19, 7 et 39. Le champ visuel est normal ainsi que les mouvements oculaires et la vision stéréoscopique. Le seul signe par ailleurs est un trouble du schéma corporel portant essentiellement sur l'extrémité distale des membres supérieurs. Les auteurs sont frappés par le contraste existant entre une orientation et une motricité normale des structures axiales du corps (orientation précise de la marche en direction d'une cible) et une gêne considérable au niveau des segments distaux : lors d'une épreuve de saisie, les mouvements indépendants des doigts sont perdus, la paume est orientée vers le bas, discrètement creusée, les doigts accolés un peu fléchis

(par contre, les mouvements exécutés sans contrôle visuel comme le boutonnage sont normaux). Les auteurs estiment que l'ataxie optique et "l'agnosie de l'extrémité supérieure" sont liées par le fait qu'elles traduisent, toutes les deux, un défaut d'intégration des informations permettant le contrôle du membre. Plutôt qu'une disconnexion, ils évoquent l'atteinte des structures intégrant les informations visuelles "panoramiques" (chapitre IV_) et les informations proprioceptives de l'extrémité supérieure, sur la base desquelles le geste guidé à but visuel s'élabore.

PROBLEMES NOSOLOGIQUES

Bien que Balint ait fait dès 1909 de l'ataxie optique un symptôme indépendant, non lié à la paralysie psychique du regard, ce n'est guère que depuis quelques années que les descriptions se sont multipliées. L'ataxie optique est alors apparue dans certains cas signe clinique isolé, en particulier sans troubles oculomoteurs.

La discussion de son mécanisme pathogénique n'est pas tranchée. Les deux conceptions classiques qui s'opposent sont celle de Balint qui conçoit l'ataxie optique comme symptôme relevant d'une disconnexion visuomotrice et celle de Holmes qui la considère secondaire à des troubles perceptifs. Certaines données physiologiques récentes amènent à proposer d'autres schémas.

Tentons de résumer les diverses hypothèses proposées.

1°) Trouble perceptif

Smith et Holmes (1916) ont proposé que la maladresse du geste sous contrôle visuel provient d'afférences défectueuses, soit visuelles (en l'absence bien sûr, d'amputation du champ visuel), soit proprioceptives, issues de la musculature oculaire et nuquale. De ce fait, l'information concernant la position de l'objet à saisir serait erronée.

Ce trouble de la perception spatiale définit le syndrome de désorientation visuelle parfois limité à un hémichamp dans lequel les difficultés de préhension manuelle s'associent à un trouble de l'estimation des distances, des longueurs, et de l'orientation des traits. Ce syndrome est, pour Critchley (1953), lié à un défaut de synthèse des "impressions sensorielles discrètes", bases de la perception spatiale.

L'imprécision du guidage visuel de la main est typiquement liée à un trouble perceptif et de ce fait, ne correspond pas au cadre précis de l'ataxie optique.

Le rôle de la paralysie de fixation dans la survenue d'un trouble de localisation spatiale (Holmes, 1918) a été développé par Garcin et coll. (1967) en suivant la regression d'une ataxie optique. L'accent est mis sur le rôle de la proprioception des muscles extra-oculaires de l'oeil, mise en jeu lors de la fixation, dans la localisation de l'objet.

2°) Disconnexion visuo-motrice

A l'opposé de l'interprétation précédente, Balint suppose une interruption des voies associant le cortex visuel et les centres moteurs, de telle manière que la perception visuelle bien qu'intacte n'est plus capable de diriger l'acte moteur.

L'observation d'ataxies optiques latéralisées a permis à Rondot et coll. (1977) d'actualiser cette conception disconnexionniste. Pour bien spécifier l'absence de déficit visuel, cet auteur propose d'ailleurs de substituer le terme d'ataxie visuomotrice à celui d'ataxie optique.

Selon que les connexions occipito-frontales intra-hémisphériques (directes) ou interhémisphériques (croisées au niveau du corps calleux) sont atteintes, Rondot distingue 2 groupes principaux d'ataxie optique : l'ataxie visuomotrice est unilatérale lorsqu'elle ne se manifeste que dans les deux hémichamps homonymes, et bilatérale lorsqu'elle affecte l'ensemble du champ, (figure 1).

Trois sous-groupes sont isolés dans l'ataxie visuomotrice unilatérale :

- l'ataxie directe atteint la main ipsilatérale au champ.
- l'ataxie croisée concerne seulement la main opposée au champ visuel (controlatéral) affecté.
- l'ataxie directe et croisée se manifeste également pour les 2 mains.

En cas d'ataxie visuomotrice bilatérale :

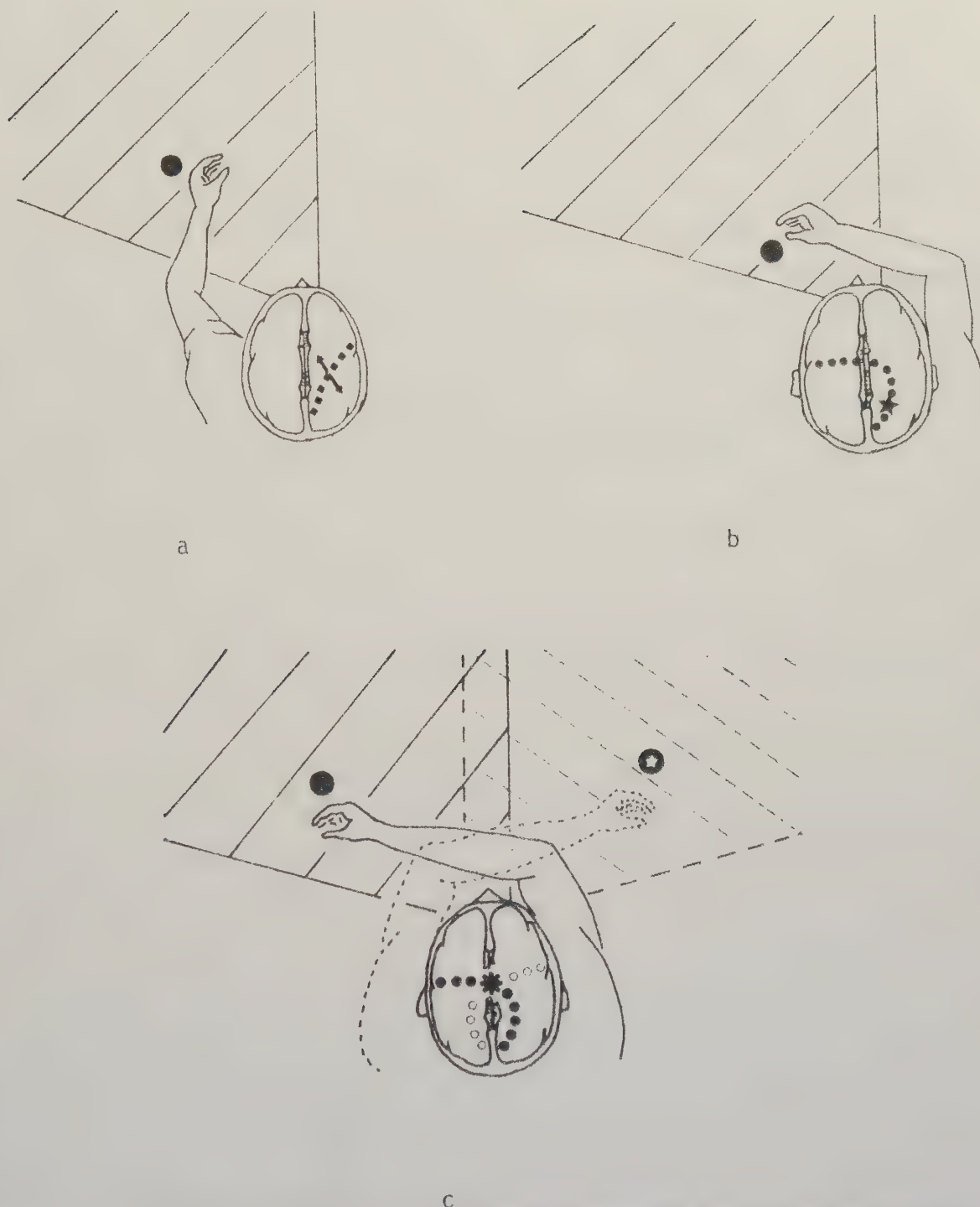
- l'atteinte des 2 mains définit la forme complète.
- lorsque chaque main manifeste une gêne dans la préhension croisée (dans le champ opposé), il s'agit de la forme bilatérale croisée.

Rondot décrit enfin un dernier type possible, bien que non observé, correspondant à une ataxie visuomotrice bilatérale directe dans laquelle la préhension ne serait altérée pour chaque main que dans son champ ipsilatéral, préservant la préhension croisée.

3°) Tzavaras (1976) propose certains aménagements à cette dernière conception basés sur la non-équivalence d'atteinte des 2 membres supérieurs qui semble traduire un rôle différent des 2 hémisphères sur le contrôle de la motricité.

L'ataxie optique par lésion droite (chez le droitier) semble surtout relever de difficultés visuospatiales relatives à l'hémichamp visuel opposé, alors que l'ataxie optique par lésion gauche paraît plus proche des troubles globaux de la programmation du geste, de nature préapraxique et implique essentiellement le membre opposé à la lésion.

4°) Se fondant sur les données récentes électrophysiologiques et comportementales concernant le rôle des aires pariétales postérieures chez le singe, les dernières observations en date insistent sur le rôle des structures d'intégration visuelle, proprioceptive et motrice, en



^c
Figure 1 - a. Ataxie visuomotrice directe unilatérale par interruption des connexions occipito-frontales directes.
 b. Ataxie visuomotrice croisée unilatérale par interruption des connexions occipito-frontales croisées d'un seul côté.
 c. Ataxie visuomotrice croisée bilatérale par interruption des connexions occipito-frontales croisées venant de chacun des 2 hémisphères (Rondot, 1978).

particulier de l'aire 7 dans le contrôle du geste guidé à but visuel. L'atteinte de ces aires associatives peut rendre compte d'une ataxie optique, parfois par le biais d'une agnosie de l'extrémité supérieure (Damasio et Benton, 1979). L'ataxie optique n'est plus alors considérée comme de nature perceptive, motrice, disconnexionniste mais comme liée à l'atteinte des structures d'association supramodale.

Il apparaît difficile sur une base purement clinique d'opter pour l'une de ces hypothèses, qui d'ailleurs ne s'excluent pas mutuellement.

L'approche que nous avons suivie dans ce travail vise à vérifier ces données sur une base expérimentale.

CHAPITRE II - RECHERCHE ET CRITERES DE L'ATAXIE OPTIQUE

L'ataxie optique isolée est un symptôme moins rare que la pauvreté de la littérature ne pourrait le laisser supposer.

On peut être amené à rechercher une ataxie optique essentiellement dans les deux circonstances suivantes :

- Chez un sujet qui est devenu maladroit dans certains gestes de la vie courante et qui "rate" les objets qu'il veut saisir, notamment lorsqu'ils sont situés en vision périphérique : ainsi en est-il pour la ménagère qui, essayant de saisir simultanément les deux battants d'une fenêtre ouverte en rate un, et pour l'automobiliste qui ne parvient pas à saisir la poignée de changement de vitesse tout en conduisant...

- Devant la découverte d'une lésion pariétale postérieure ayant pu donner lieu à un déficit sensitivo-moteur régressif.

Pour retenir une ataxie optique, un certain nombre de conditions doivent être respectées (Garcin et coll., 1967) :

- Préalablement, le sujet doit avoir parfaitement compris la consigne.

- La vision de l'objet à saisir doit être bonne : l'acuité visuelle doit être suffisante et le champ visuel indemne (en cas d'amputation en quadrant, le déficit se recherchera dans le champ visuel restant).

- La force musculaire doit être suffisante.

- La sensibilité profonde doit être normale : la perte de la sensibilité arthrokinesthésique peut perturber la conduite du mouvement, même les yeux ouverts.

- Il ne doit enfin pas exister de séméiologie cérébelleuse, en particulier kinétique, qui rend compte par elle-même d'une dysmétrie gestuelle.

Conditions de recherche de l'ataxie optique
(Perenin, 1979).

Les performances de chaque main dans chaque hémichamp visuel seront comparées. Pour cela, le malade, tout en fixant un repère central, doit saisir le plus rapidement et le plus précisément possible un objet présenté par l'observateur une dizaine de fois au moins dans chaque hémichamp pour chacune des mains. L'observateur doit être placé de préférence derrière le sujet afin que soient minimisés les indices indirects de repérage de l'objet en vision centrale. On teste ensuite les réponses à des présentations bilatérales (un objet dans chaque hémichamp) symétriques puis asymétriques, ce qui permet de "réactiver" une ataxie optique en voie de récupération. Il peut également être intéressant d'examiner les possibilités de saisie de deux objets présentés simultanément dans un hémichamp.

Enfin, il faut examiner les gestes de préhension de l'objet présenté dans la partie centrale du champ, ainsi que dans la condition où le malade est autorisé à orienter le regard vers l'objet pour le saisir.

Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, l'ataxie optique peut se présenter sous deux aspects anatomo-cliniques différents suivant le caractère uni ou bilatéral des lésions.

- Les lésions unilatérales donnent lieu typiquement à une forme pure et isolée de l'ataxie optique : le trouble intéresse alors l'hémichamp controlatéral (les deux mains ou seulement la main controlatérale peuvent être affectées) ou parfois la main controlatérale à la lésion dans les deux hémichamps (surtout en cas de lésion gauche). L'ataxie optique disparaît le plus souvent lorsque le malade est autorisé à fixer l'objet des yeux pour le saisir.

- Les lésions bilatérales donnent lieu (le plus souvent mais non constamment) à des syndromes beaucoup plus complexes (syndrome de Balint et apparentés) où l'ataxie optique est généralement présente dans tout le champ visuel, peut intéresser les deux mains, et s'associe à des difficultés d'orientation du regard (ataxie du regard) et à des troubles de l'attention visuelle (négligence spatiale unilatérale, rétrécissement concentrique du champ d'attention visuelle, simùltagnosie).

CHAPITRE III - LA COORDINATION VISUOMOTRICE : ORGANISATION DE LA SAISIE MANUELLE SOUS CONTROLE DE LA VUE

L'exécution de la saisie manuelle d'un objet perçu dans l'espace extrapersonnel requiert la mise en jeu d'un programme moteur spécifique dans ses aspects temporels et spatiaux.

Cette activité motrice est élaborée à partir des données fournies par le système visuel. L'information apportée par celui-ci répond à deux questions relatives aux caractères d'un stimulus : sa localisation (où ?) et sa nature (quoi ?).

Cette dualité fonctionnelle repose sur un traitement rétinien différencié. La rétine fovéale ne contient que des cônes : c'est la zone d'acuité visuelle maximale à laquelle est dévolue la fonction d'analyse. La rétine périphérique comporte surtout des bâtonnets ; son seuil perceptif plus bas la destine à une fonction de détection.

De fait, les propriétés d'un objet visuel appartiennent à 2 catégories principales. Les propriétés intrinsèques définissent l'objet en tant qu'entité physique (poids, taille, forme...). Les propriétés extrinsèques se rapportent aux relations spatiales de cet objet par rapport au sujet (distance dans le plan sagittal, position dans le plan frontal).

La notion d'un "double système visuel" (Trevarthen, 1968 ; Schneider, 1969) -un système rétinotectal, issu de la rétine périphérique, traitant la position spatiale, et un système rétino-géniculo-strié, issu de la rétine fovéale, chargé de la discrimination des formes- représente une base possible (mais simplifiée) pour considérer que les informations visuelles appartenant à un et l'autre groupe peuvent être traitées dans des aires cérébrales différentes.

Il est clair par ailleurs que la coordination visuomanuelle nécessite une concordance univoque entre le système sensoriel et le système moteur. On peut admettre dans ces conditions qu'au double canal visuel de traitement de l'information correspond

une organisation motrice dont l'exigence est également double. Le mouvement de l'organe de saisie doit permettre tout à la fois un positionnement spatial précis et une disposition préhensive adaptée aux caractères propres de l'objet.

Une dissociation anatomo-fonctionnelle sous-tend là encore cette distinction. La main permet la fonction de préhension et de manipulation caractéristique des primates et de l'homme. Son importance répond à l'organisation hautement différenciée de son contrôle moteur et à sa représentation corticale très large. C'est sur la base des informations relatives aux propriétés intrinsèques des objets que le positionnement approprié des doigts et de la main s'opère. D'ailleurs le développement phylogénétique de la dextérité de manipulation chez les primates a évolué parallèlement à celui d'une vision fovéale de grand pouvoir de résolution.

La partie plus proximale du membre n'intervient en fait que pour amener la main sur l'objet afin qu'elle y exerce la fonction requise.

Tentons d'analyser les termes de ces 2 types de fonction sur le plan visuel et sur le plan moteur.

1°) Le système visuel

Il exerce des fonctions de localisation et d'identification (Paillard et Beaubaton, 1974-1978). L'information visuelle issue de la rétine périphérique a une fonction d'alerte susceptible de déclencher un mouvement de la tête et des yeux permettant la capture fovéale du stimulus (reflexe de fixation).

1.1) La fonction de localisation permet de définir la position de l'objet par rapport au sujet.

Cette fonction pourrait se caractériser par un double mode d'intervention des informations visuelles. L'un est associé au repérage visuel exocentrique de la position de la tête par rapport aux repères stables de l'environnement physique, l'autre est lié au repérage céphalocentrique de l'axe optique de l'oeil ancré sur l'objectif (Paillard et Beaubaton, 1978).

Le 1er système dit d'orientation allocentrique sollicite la rétine périphérique et les voies visuelles qui lui sont associées. Il permet l'appréhension, dans un référentiel centré par la fovéa, des relations spatiales entre la position de la tête et du corps et des repères de l'espace environnant. Le 2ème système, d'orientation égocentrique, lié à la vision centrale correspond à un principe de localisation par rapport à la position de l'axe optique, dans le référentiel postural du sujet.

Ces 2 systèmes d'orientation, dont la coordination serait à la base de l'organisation spatiale du sujet, semblent reposer sur des structures anatomiques différentes, respectivement les régions pariétale postérieure et frontale (Semmes et coll., 1963 ; Teuber, 1963 ; Bucters et coll., 1972 ; Pohl, 1973 ; Ungerleider et Brody, 1977 ; Brody et Pribram, 1978).

La fonction de localisation visuelle est indissociable de la réponse motrice, à la fois conséquence et objet de cette fonction. Cette réponse s'exprime à un double niveau, par l'élaboration d'une saccade de capture fovéale d'une part - première réponse sur le plan chronologique- et à travers la capture manuelle de l'objet d'autre part.

1.1.1- Au niveau du système oculomoteur la saccade est la base de l'orientation visuelle qui permet l'alignement de la direction du regard sur l'objet.

Elle suppose une correspondance étroite et spécifique entre la position d'un point sur la rétine périphérique et l'amplitude de la saccade permettant la fovéalisation de ce point, c'est à dire une superposition (fonctionnelle) entre une carte rétinotopique visuelle et une carte de réponse oculomotrice. Cette fonction d'intégration visuo-motrice pourrait faire intervenir le colliculus supérieur (Schiller et Koerner, 1971 ; Ingle et Sprague, 1975).

Le transport saccadique de la zone fovéale, suivi éventuellement d'un ajustement terminal (saccade de correction) a une double conséquence fonctionnelle ; d'une part il permet la transformation des coordonnées allocentriques en coordonnées égocentriques, source d'une meilleure spécification de la position spatiale de l'objet, d'autre part l'ancrage de la fixation du regard permet les opérations fovéales d'analyse.

1.1.2- Au niveau du système moteur squelettique. Le codage spatial de l'information visuelle permet la spécification du programme de transport du membre en lui fournissant les paramètres de direction et de distance de la cible, afin d'amener la main au voisinage de l'objectif. Cette élaboration pourrait s'effectuer au niveau des aires pariétales postérieures, en particulier au niveau de l'aire 7 de Brodmann.

1.2) La fonction d'identification. Elle repose sur l'analyse fovéale des qualités physiques de l'objet (forme, couleur, dimension). Base de l'identification perceptive, elle s'effectue essentiellement au niveau du cortex visuel strié. La sortie motrice liée à ce système réside dans le déclenchement des activités palpatoires.

2°) Système moteur

L'analyse séquentielle d'un mouvement de saisie d'un objet telle qu'elle peut s'effectuer à partir d'enregistrements cinématographiques (Jeannerod et Biguer, 1980) montre un déroulement identique, chez tous les sujets, de la mobilisation des différents segments du membre. Les premiers segments en mouvement sont les plus distaux, sous la forme d'une extension digitale, qui précède le départ de la main de 40ms. La préformation adaptée de la main à l'objet à saisir est entièrement réalisée au cours du premier tiers de la trajectoire du mouvement, alors que l'orientation de la main adaptée à l'orientation de l'objet est toujours achevée avant le milieu de la trajectoire.

La trajectoire elle-même comporte 2 phases :

- La phase balistique du geste effectue la plus grande partie de la trajectoire, pendant que s'établit la forme de la main. Elle est caractérisée par une vitesse élevée, qui rend en principe impossible sa modification par les informations visuelles durant le mouvement. Elle permet d'amener la main au voisinage de la cible.
- La phase d'ajustement terminal, initiée par une décélération du mouvement, se caractérise par une vitesse moindre jusqu'au contact de l'objet. Ses caractéristiques cinétiques permettent l'intervention des informations visuelles représentées par la détection de l'écart entre la position de la main et de la cible dans le cône de vision centrale. Ce contrôle apporte l'optimisation de la précision du geste. Cette phase se termine avec la correction ultime apportée par les informations réafférentes tactiles lors de l'établissement du contact avec l'objectif.

On considère que la phase balistique est programmée au niveau central sur la base de la localisation initiale de l'objet, et que son déroulement n'est pas affecté par la suppression de la vision de la main (condition de "boucle ouverte").

Par contre, cette condition supprime la possibilité de corriger visuellement en fin de mouvement, l'erreur (ou l'imprécision) du programme initial. Ceci pourrait expliquer l'imprécision plus grande des gestes effectués en "boucle ouverte".

Deux notions principales se dégagent de ces travaux :

1°) La vision ne doit pas seulement être conçue comme destinée à construire une représentation interne du monde extérieur. Elle a également une fonction motrice adaptée à chaque niveau du déroulement des phénomènes sensoriels, qui permet, par une sorte de rétro-contrôle, la vérification, à travers l'action, des hypothèses perceptives (Jeannerod et Biguer, 1980).

2°) L'ensemble de ces données s'accorde à concevoir l'activité de préhension comme un phénomène complexe résultant de l'activation simultanée de 2 types de canaux visuomoteurs indépendants. Chacun extrait certains aspects du stimulus visuel et génère une réponse motrice adaptée. Chacun peut également se charger du traitement des signaux d'erreur correspondant à l'imprécision de son propre système.

- Aux canaux de type "spatial" sont liées les fonctions de mobilisation de l'attention, de détection, d'orientation et de localisation. La sortie motrice correspondante comprend la capture visuelle de l'objet-cible et l'élaboration d'un geste balistique spatialement adapté qui met en jeu les segments proximaux du membre.

- Des canaux de type "focal" permettent, à partir d'une fonction perceptive d'identification fovéale, le positionnement adapté de l'organe manuel de saisie à la forme et à l'orientation de l'objet, la correction terminale du geste, la saisie et la manipulation de l'objet.

Plusieurs ordres d'arguments suggèrent la relative indépendance des 2 types de canaux.

La mise en place des canaux visuomoteurs "spatiaux" précède sur les plans phylogénétique et ontogénétique le développement des canaux "focaux".

- Ainsi le jeune enfant acquiert la capacité de diriger correctement ses membres vers une cible bien avant qu'il ne positionne les doigts pour saisir celle-ci.

- Au cours du développement visuomoteur du singe ou du chat, la mise en place de la composante balistique est un préalable indispensable au développement de la composante d'ajustement (Jeannerod et Vital-Durand, 1976 ; Vital-Durand, 1978). Dans une réaction de placement visuel chez le chaton, Hein et Held (1967) ont distingué une composante innée d'incitation visuelle, de l'extention balistique des pattes en direction de la surface d'appui, et une composante de guidage visuel assurant le placement correct des pattes sur le plan de réception. Cette dernière phase ne se développe que si l'animal a bénéficié d'une expérience de la vision de ses pattes en mouvement.

- Les sujets aveugles de naissance qui ont pu recouvrer la vue à la suite d'une opération (cataracte congénitale) offrent un modèle comparable. Le comportement visuomoteur, absent au cours de la phase post-opératoire immédiate apparaît sous la forme de gestes correctement dirigés vers les objets placés devant le malade. Mais le bras effectue un mouvement incomplet : la main "fauche" l'espace à la recherche de l'objet (Jeannerod, 1975). Parallèlement les capacités de discrimination visuelle sont très altérées.

La suppression précoce des informations réafférentes visuelles semble déterminer électivement une perturbation de la discrimination visuelle fine et une perte de l'ajustement terminal du geste.

CHAPITRE IV - BASES ANATOMOPHYSIOLOGIQUES DU GESTE

GUIDE A BUT VISUEL

Il n'est pas question dans ce chapitre de dresser l'inventaire (du reste partiellement connu) des structures participant à l'organisation des commandes motrices des mouvements des yeux, de la tête et des membres.

Nous voudrions simplement insister sur quelques jalons concernant plus particulièrement le geste dirigé vers une cible visuelle en envisageant successivement les versants afférent et efférent du système, puis les structures pouvant réaliser l'articulation entre les deux.

Chacune de ces étapes permet d'argumenter en faveur d'un double système de canaux visuomoteurs.

1°) Versant afférent

Bien que l'on admette depuis longtemps l'existence d'autres structures visuelles que la classique voie géniculostriée, en particulier dans la région tectale, ce n'est guère que depuis une dizaine d'années que la connaissance de ces structures sous-corticales a permis le développement de la notion d'une dualité fonctionnelle du système visuel (Trevarthen, 1968 ; Schneider, 1969). On a ainsi opposé une vision focale (Trevarthen, 1968) correspondant au système géniculostrié, auquel est dévolue une fonction d'analyse des détails et d'identification des formes, et une vision périphérique, appelée vision ambiante (Trevarthen, 1968) ou panoramique (Denny Brown et Fischer, 1976) impliquant une voie rétino tecto corticale, en rapport avec les fonctions de détection et de localisation.

1.1) Dualité anatomique

1.1.1 - Le système géniculostrié est bien connu et ne mérite qu'un bref rappel : après relais dans le noyau géniculé latéral, les fibres constituent les radiations optiques qui se répartissent en 2 contingents pour se terminer sur les lèvres supérieure et inférieure de la scissure calcarine, (figure 2).

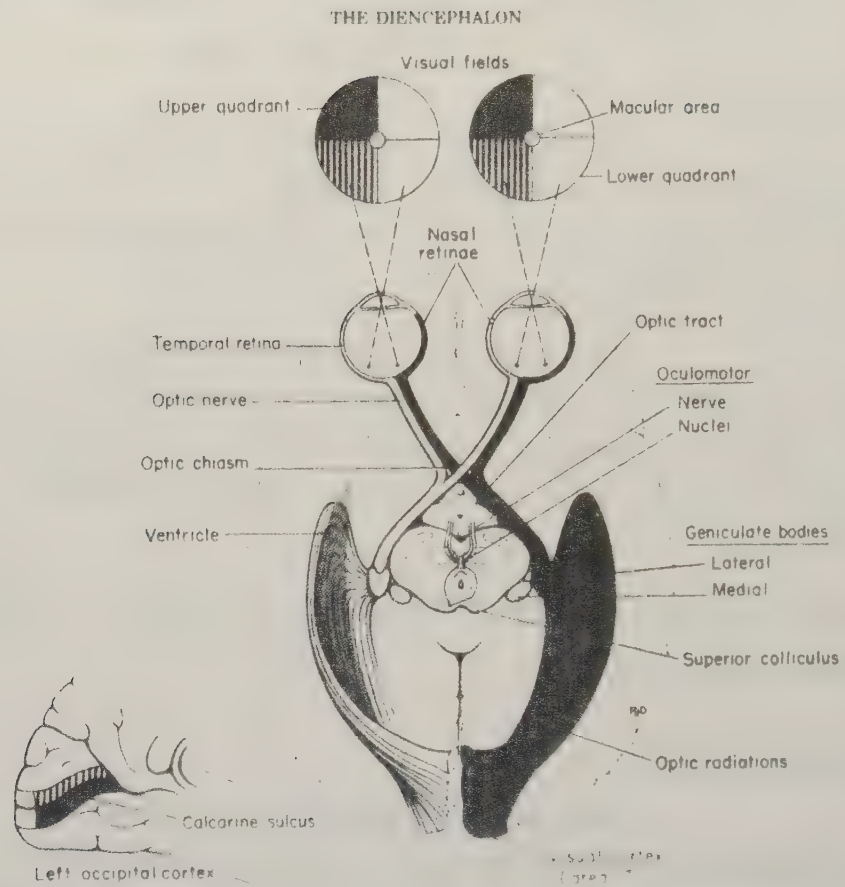


Figure 2 - Représentation schématique de la voie géniculostriée chez l'homme (Truex et Carpenter, Human Neuroanatomy, 1969).

Chacune de ces 2 structures est organisée de manière rétinotopique mais non homothétique puisque la représentation fovéale est privilégiée, notamment au niveau cortical.

1.1.2. - Le système rétino-tectal. Des fibres optiques issues de la rétine gagnent les couches grises superficielles du colliculus supérieur -ou tubercule quadrijumeau antérieur- (revue dans Ingle et Sprague, 1975 - Rodieck, 1979). On retrouve à ce niveau une rétinotopie favorisant la représentation de la rétine périphérique. Chaque colliculus reçoit les fibres correspondant à l'hémichamp visuel opposé. Il est connecté réciproquement avec les noyaux associatifs du thalamus postérieur -pulvinar, noyau latéro-dorsal et latéral postérieur- eux mêmes reliés au cortex associatif pariétal de l'aire 7 (Benevento et Fallon, 1975 ; Wong-Riley, 1977 ; Baleyrier et Mauguère, 1977 ; Mauguère et coll., 1978).

Cette opposition entre les 2 systèmes est à l'évidence trop schématique. D'une part il n'existe pas de barrière entre eux : le colliculus supérieur reçoit des projections du cortex strié, la représentation fovéale dans le colliculus supérieur est importante (Cowey et Perry, 1980), le pulvinar est inter-connecté avec l'aire 17 (Ogren et Hendrickson, 1977). D'autre part ces 2 systèmes ne résument pas l'ensemble des structures visuelles.

Compte tenu de cette réserve, la transposition à l'homme des données anatomiques recueillies chez le singe paraît licite dans la mesure où les termes d'une certaine dualité fonctionnelle se retrouvent chez l'homme comme chez l'animal.

1.2) Dualité fonctionnelle. Celle-ci ressort de l'observation des capacités visuelles restantes après lésion d'une des voies.

1.2.1 - Lésion de la voie géniculo-striée. Les capacités résiduelles de vision après lésion massive de l'aire striée sont plus importantes que celles classiquement admises.

Les expériences d'ablation totale, contrôlée histologiquement du cortex visuel chez le singe, ont montré, qu'après une phase initiale de cécité, l'animal recouvre progressivement un comportement visuo-spatial subnormal.

Peu de temps après la lésion, il redevient capable d'orienter la tête et les yeux en direction de cibles visuelles mobiles et de les saisir avec la main (Denny-Brown et Chambers, 1958 ; Humphrey et Weiskrantz, 1967 ; Keating, 1980). Plus tard, il peut en outre atteindre des cibles lumineuses immobiles (Humphrey, 1974 ; Weiskrantz et coll., 1977 ; Feinberg et coll., 1978). La préhension est précédée d'une saccade oculaire dont l'amplitude est adaptée à la position spatiale de l'objet (Mohler et Wurtz, 1977).

Le cortex visuel et le noyau géniculé latéral (qui dégénère secondairement) ne semblent donc pas indispensables pour détecter et localiser spatialement un stimulus, puisqu'en l'absence des aires striées, un codage de la direction et de l'amplitude du geste balistique de préhension restent possible.

Par contre, le cortex paraît nécessaire pour que s'exerce l'identification perceptive dans la mesure où son absence compromet surtout la discrimination visuelle même des formes géométriques simples.

On peut rattacher à la perte du canal "focal" le fait que lors du geste de préhension, les mouvements fins des doigts et le positionnement manuel sont anormaux.

Chez l'homme, bien que Riddoch ait noté dès 1917 la possibilité, chez des blessés de guerre, de percevoir le mouvement dans un champ visuel hémianopsique, la persistance d'une vision "inconsciente" (ou "blindsight" : Weiskrantz, 1977) dans les scotomes centraux n'a été démontrée que récemment.

Dans un champ totalement hémianopsique, la capacité de localisation spatiale de flashes lumineux est relativement préservée, sans que les sujets en aient d'ailleurs conscience. Plusieurs études ont en effet montré que l'amplitude de la saccade oculaire ou du pointage manuel dirigés vers une cible visuelle sont significativement corrélées à la position spatiale du stimulus présenté en tachistoscopie (Pöppel et coll., 1973 ; Weiskrantz et coll., 1974 ; Perenin et Jeannerod, 1975, 1978 ; Zihl, 1980).

Par ailleurs, certaines discriminations simples de forme restent parfois possibles (Weiskrantz et coll., 1974 ; Perenin, 1978).

1.2.2 - Lésion de la voie rétino-tectale

Les conséquences des lésions de la voie rétino-tectale ont été très diversement appréciées suivant l'étendue des lésions, depuis une simple imprécision des saccades (Schiller et Koerner, 1971) jusqu'à une cécité complète (Anderson et Symmes, 1969).

Cependant, on admet généralement que les lésions du colliculus supérieur ou du pulvinar altèrent surtout la détection et l'orientation spatiale.

Chez le singe, une lésion unilatérale du colliculus supérieur s'accompagne d'une "négligence" dans le champ visuel contralatéral. L'orientation visuelle est médiocre, surtout pour les cibles situées dans la partie la plus périphérique du champ (Ptito et coll., 1976 ; Butter et coll., 1978) ; les saccades horizontales sont rares (Wurtz et Goldberg, 1972 ; Butter et coll., 1978) et imprécises (Schiller et Koerner, 1971).

Le versant moteur de ce canal spatial est également concerné ; les saccades sont hypométriques (Mohler et Wurtz, 1977) et il existe une imprécision du pointage manuel sur les cibles les plus périphériques. Si les cibles sont présentées pendant une durée brève, de l'ordre de 50ms, une erreur de pointage manuel se manifeste (Keating, 1974, 1976 ; Mac Kinnon et coll., 1976 ; Butter et coll., 1978).

Cette imprécision ne se traduit pas par un pointage au hasard, mais correspond à une hypométrie constante, puisque l'animal atteint toujours la cible adjacente et médiane à celle qu'il aurait du atteindre (Keating, 1976 ; Butter et coll., 1978). Par contre, si la durée du stimulus est suffisante pour permettre la fovéalisation de la cible, la précision du pointer devient bonne (Butter et coll., 1978).

L'importance du trouble de la localisation dépend là encore, grandement de la taille des lésions. Ce facteur explique peut être les différences notées entre les auteurs. Pour certains, en effet, le déficit est important que l'animal ait ou non la vision de sa main (Latto et Marzi, 1975) ; pour d'autres, il est transitoire (Ptito et coll., 1976) ou absent (Solomon et coll., 1979). D'autres désordres signalés lors des lésions colliculaires, dilatation pupillaire, paralysies oculomotrices, semblent le fait de lésions prétectales associées (Pasik et coll., 1966 ; Keating, 1976).

Le colliculus supérieur semble impliqué dans les fonctions de mobilisation de l'attention vers certains stimuli, de détection, de localisation de cibles visuelles ou acoustiques (Ptito et coll., 1976) dans la partie la plus périphérique du champ visuel controlatéral et paraît intervenir dans la précision des réponses oculomotrice et manuelle.

La première ne détermine pas la seconde dans la mesure où l'imprécision de la main persiste après récupération des troubles oculomoteurs.

Les lésions du pulvinar s'accompagnent également d'une négligence du champ visuel (Ungerleider et Christensen, 1977, 1979).

Chez l'homme, les données sont plus fragmentaires mais concordent avec les données expérimentales exposées précédemment. Les lésions colliculaires (Heywood et Ratcliff, 1975) ou du pulvinar (Brown, 1979 ; Zihl et Von Cramon, 1979b) déterminent une négligence visuelle controlatérale prédominant pour la partie la plus périphérique du champ, et une imprécision des saccades et du pointage manuel.

Il apparaît ainsi que la saccade oculaire et l'extension balistique du membre en direction d'une cible visuelle demeurent possibles en l'absence du cortex strié. Les structures souscorticales sont à même de prendre en charge certains comportements spatiaux, permettant, chez le singe, une récupération fonctionnelle quasi complète. Chez l'homme, le caractère plus discret de la préservation (ou compensation : Mountcastle, 1976) fonctionnelle rend compte de l'importance relative croissante du système géniculostrié avec le développement de la télencéphalisation.

La précision terminale du geste nécessite dans tous les cas le contrôle du cortex visuel. Une lésion à ce niveau entrave les possibilités de correction terminale, aussi bien du mouvement brachial qu'oculaire, se traduisant généralement par une hypométrie des réponses motrices.

2°) Versant efférent

La distinction anatomique qui s'est imposée entre une motricité distale, manuelle et digitale, en relation avec les activités de préhension, de manipulation, et une activité posturo-cinétique, proximale et axiale, assurant le transport de l'organe de saisie au voisinage de la cible, supporte la relative indépendance des canaux de type focal et spatial, au niveau de leurs productions motrices respectives.

En effet, à partir des travaux effectués chez le singe macacus rhesus, Brinkman et Kuypers (1973) ont proposé un schéma marqué par une double distinction : d'une part entre voie cortico-spinale directe et voie cortico-spinale indirecte (ou cortico-sous cortico-spinale), d'autre part entre contingent moteur croisé ou dorsolatéral, et contingent moteur bilatéral (en particulier direct) ou ventromédian, (figure 3).

- Les voies cortico-spinales directes -ou pyramidales contrôlent la motricité distale du membre controlatéral et la motricité axiale et proximale des 2 membres. La voie anatomique correspondante est le faisceau cortico-moto-neuronal classique, dont le contingent dorsolatéral est destiné à la motricité distale, et le contingent ventromédian, qui se projette de façon bilatérale, à la motricité proximale.

- Les voies cortico-spinales indirectes ou extrapyramidales interviennent également dans le contrôle de la motricité distale controlatérale et de la motricité axio-proximale bilatérale. Elles mettent en jeu respectivement un contingent dorsolatéral, qui fait relais dans le noyau rouge et le tegmentum pontique, et un contingent ventromédian qui fait relais dans les noyaux vestibulaires et la formation réticulée bulbaire. Le contrôle assuré par ces voies est moins "volontaire", il est également moins fin que celui de la voie pyramidale directe dans la mesure où il passe par un autre relais médullaire, au niveau des neurones propriospinaux de la zone intermédiaire.

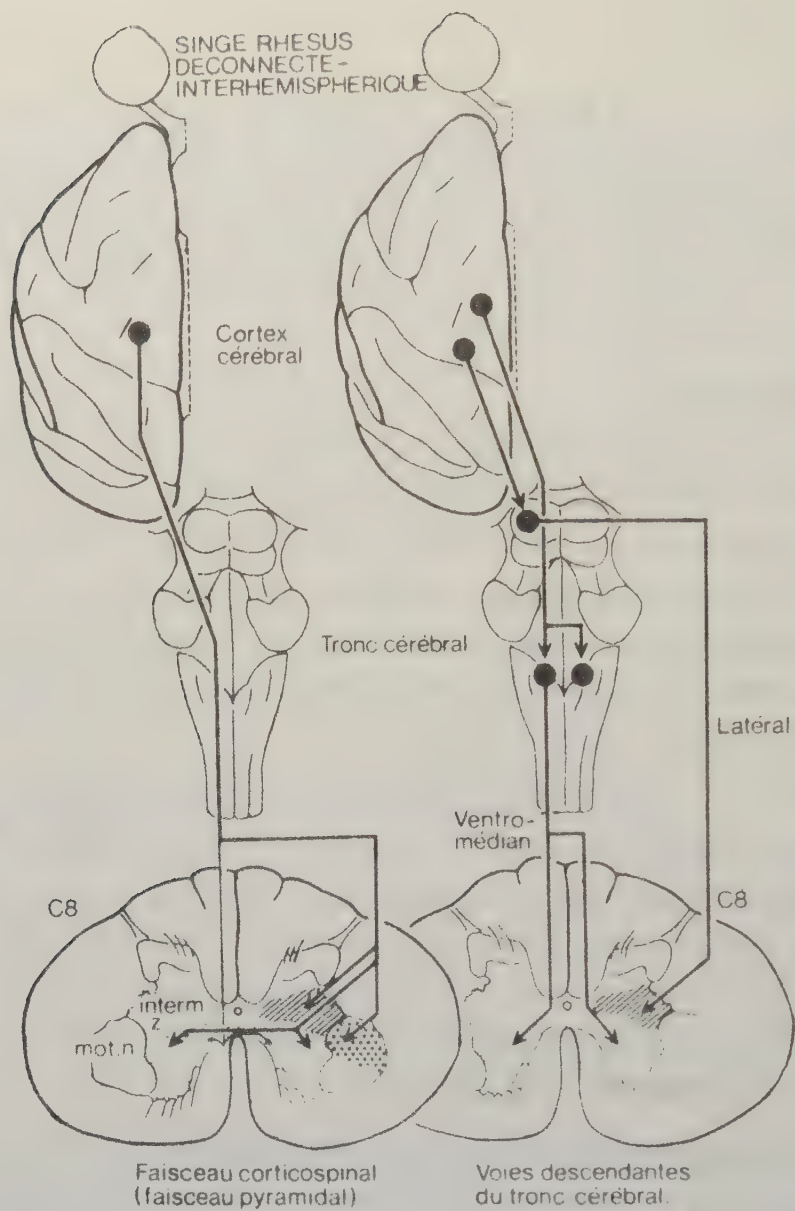


Figure 3 - Schéma des voies motrices cortico-spinales chez le singe macaque (d'après Kuypers, 1978).

Chaque hémisphère contrôle ainsi :

- Les mouvements controlatéraux de l'épaule, du coude, du poignet et des doigts (motricité axiale + proximale) par la voie descendante dorso-latérale croisée, directe et indirecte.
- Les mouvements bilatéraux de la musculature axiale et proximale (épaule et coude) par la voie descendante ventro médiane bilatérale, directe et indirecte.

Au système cortico-spinal ventromédian assurant le positionnement statural et des membres, se superpose un système dorsolatéral assurant l'indépendance du contrôle moteur des extrémités distales. Le premier, relativement indépendant des structures corticales motrices, dépend étroitement des régulations posturales associées. Le second, et surtout en ce qui concerne les mouvements les plus fins, impliquant les mouvements isolés du doigt, est sous le contrôle direct des aires corticales motrices controlatérales, elles-mêmes connectées très intimement avec les afférences tactiles et articulaires se projetant directement sur le cortex moteur, ou issues des aires de réception somesthésique.

Il est bien sûr difficile de connaître les limites de la transposition de ces données à l'homme. L'existence d'un contrôle moteur ipsilatéral est certaine, limité à la motricité proximale, mais les études chez les sujets commissurotomisés ont montré une différence interhémisphérique nette. Ainsi la commande ipsilatérale est plus importante pour l'hémisphère gauche dominant chez le droitier (Gazzaniga et coll., 1967) et pour l'hémisphère droit chez le gaucher (Poncet et coll., 1978). Il est donc nécessaire d'aménager le schéma de Brinkman et Kuypers, (1973) en tenant compte de l'asymétrie interhémisphérique du contrôle moteur.

3°) Niveau des structures d'association

Les études expérimentales nous conduisent là encore à individualiser deux types de "circuit" permettant l'association des niveaux afférents et efférents suivant les canaux visuomoteurs concernés. Il s'agirait des aires pré-motrices et des connections intracorticales les associant aux aires visuelles, en ce qui concerne le canal "focal", et les aires pariétales 5 et 7 pour le canal "spatial".

3.1) Au niveau du canal "focal"

3.1.1 - L'adaptation du positionnement des doigts et de la main nécessite la présence du cortex visuel strié.

Ainsi, chez le singe commissurotomisé et porteur d'une lobectomie occipitale, la main controlatérale à la lésion est correctement amenée au voisinage de la cible, mais la préformation manuelle ne s'effectue pas (Haaxma et Kuypers, 1974-1975) : au contraire, la main reste largement ouverte (peut être pour augmenter la probabilité de rencontrer l'objet). On conçoit d'ailleurs bien qu'une lésion d'une structure participant à l'analyse fine des propriétés d'un objet détermine une non-adaptation de l'organe de saisie.

3.1.2 - Le gyrus précentral (aire 4), par la voie cortico-motoneuronale, représente la voie effectrice responsable des mouvements de préhension et de manipulation (Lemon et Kuypers, 1979).

Les lésions de l'aire 4 (Lawrence et Kuypers, 1968 ; Caan et Stein, 1976) déterminent assez électivement une perte des mouvements indépendants des doigts de la main controlatérale, sans retentir sur les mouvements de projection balistique du membre.

3.1.3 - Toute exclusion fonctionnelle de l'aire 4, ne lésant ni l'aire visuelle, ni l'aire motrice, est susceptible d'entraîner les mêmes troubles. Elle peut être réalisée au moyen d'une disconnexion interhémisphérique ou d'une disconnexion intrahémisphérique.

- Disconnexion interhémisphérique :

Le singe "splitbrain" (commissurotomisé avec chiasma sectionné, figure 4) effectuant une tâche de saisie manuelle avec la main controlatérale à l'hémisphère voyant ne présente aucun trouble. Par contre, avec la main homolatérale, une incoordination visuomotrice apparaît. Le déficit atteint alors assez spécifiquement le guidage de la main et des doigts, c'est à dire la motricité distale, la partie proximale du geste étant mieux préservée (Keating, 1973). Le mouvement du membre ipsilatéral est plus lent (Lund et coll., 1970), la main est malhabile, explore

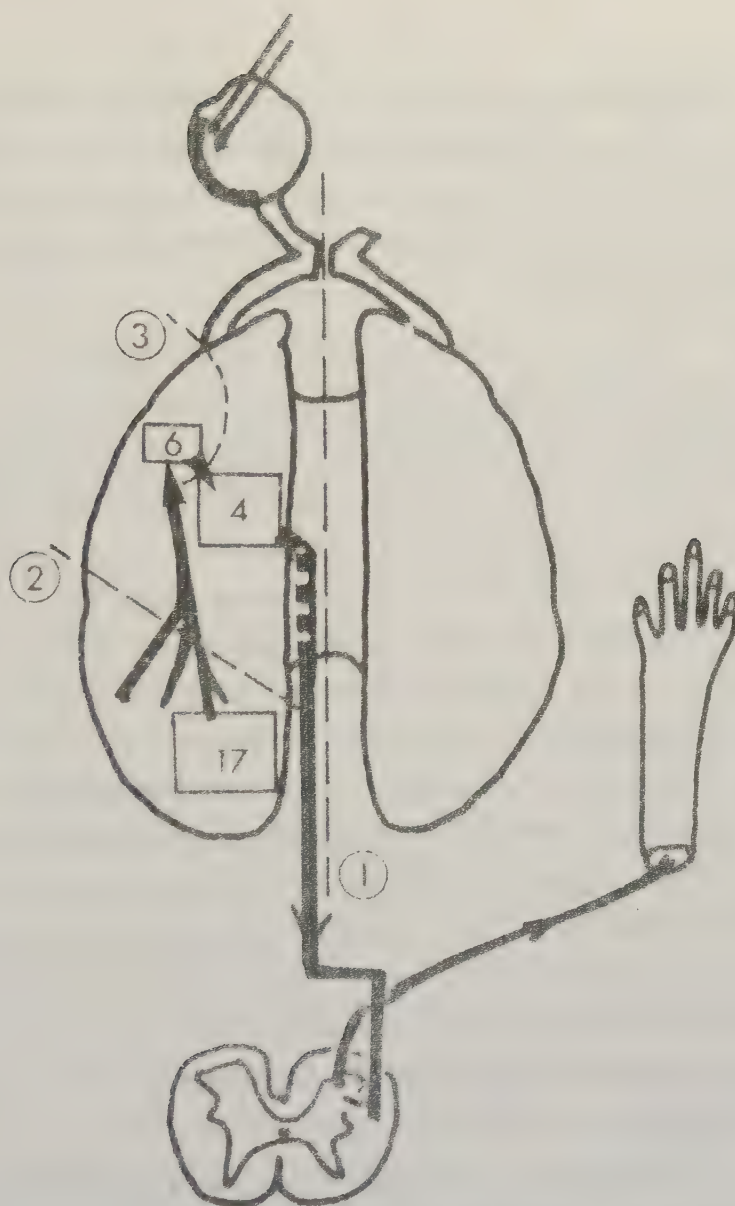


Figure 4 - Modalités de réalisation d'un trouble du guidage visuel des doigts et de la main.

- Après callosotomie + section du chiasma optique (1), la main controlatérale à l'hémisphère voyant est précise. Par contre, la main ipsilatérale présente un trouble du guidage visuel dans la mesure où le contrôle moteur ipsilatéral est limité à la partie proximale du membre.
- Utilisation de la main controlatérale à l'hémisphère voyant après leucotomie pariétale postérieure (2) ou section des efférences de l'aire prémotrice (3).

l'espace par tâtonnement, à la manière d'un aveugle (Gazzaniga, 1969a ; Lund et coll., 1970), avec les doigts écartés en éventail ("fanning"). En outre, sont notées une perte de l'utilisation de la pince pouce-index et une imprécision du positionnement digital (Brinkman et Kuypers, 1973).

L'utilisation du membre ipsilatéral à l'hémisphère voyant chez l'animal split brain ne repose, au niveau cortical, que sur un contrôle ipsilatéral de la motricité à partir des connexions visuomotrices intrahémisphériques. Une telle préparation exclut donc le contrôle de cette main à partir de l'aire 4 par la voie pyramidale croisée dorsolatérale dans la mesure où l'aire motrice siège dans un hémisphère déafférenté sur le plan visuel. Dès lors, et en accord avec les considérations anatomiques exposées précédemment, le contrôle ipsilatéral se limite à la partie proximale du membre, assurant la relative préservation de la projection balistique de celui-ci. Si le positionnement spatial du membre est correct, signifiant la préservation des canaux spatiaux, le contrôle visuomoteur distal est très défectueux. L'incapacité observée, de corriger sur la base des informations réafférentes visuelles l'erreur terminale entre la position de l'oeil et de la main (Paillard et Brouchon, 1974) semble typiquement relever d'un déficit des canaux de type "focal".

Ce déficit est spécifiquement lié à la modalité visuelle (main aveugle). L'habileté de la main réapparaît lors de sa sollicitation par les indices tactiles : l'établissement du contact avec l'objectif lors d'un geste de préhension corrige le positionnement digital et manuel, et la manipulation d'objets placés dans la main est tout à fait normale (Lehman, 1968). En effet, dans ce cas, la motricité distale est parfaitement contrôlée par l'hémisphère contralatéral qui, bien qu'aveugle, est normalement afférenté sur le plan sensitif. Le rôle de suppléance des indices tactiles peut même masquer le déficit visuomoteur. Beaubaton et Chapuis (1974) ont montré que la suppression des indices tactiles détériore beaucoup plus les performances de la

main ipsilatérale que de la main controlatérale. Pour privilégier les indices visuels, Haaxma et Kuypers (1975) ont utilisé une procédure brouillant les indices tactiles. Il s'agit d'un disque qui présente 8 gouttières radiales à partir d'une cavité centrale pouvant contenir de la nourriture. Seulement 2 d'entre elles sont creusées, permettant l'accès pour un doigt à la cavité centrale.

Le singe "split brain" utilisant la main ipsilatérale ou le singe porteur d'une lésion controlatérale du gyrus précentral est incapable d'adapter les doigts pour retirer la nourriture.

Les mêmes constatations semblent pouvoir être tirées de l'étude des sujets callosotomisés utilisant la main ipsilatérale. La récupération motrice est rapide au niveau proximal et très lente au niveau distal (Gazzaniga et coll., 1967). Il se surajoute d'autre part la différence interhémisphérique que nous avons mentionné précédemment. Ainsi en combinaison ipsilatérale, la main droite des patients de Gazzaniga (1969b) est très imprécise dans une tâche de pointage en vision périphérique.

- Disconnexion intrahémisphérique :

Celle-ci peut être réalisée à différents niveaux :

. Une leucotomie pariétale postérieure, en supprimant les afférences frontales issues du lobe temporal et occipital (Haaxma et Kuypers, 1975) gêne la précision de l'orientation de la main controlatérale, sans que ce trouble relève d'un déficit moteur ou visuel. Ce procédé expérimental ne permet cependant pas d'éliminer le rôle éventuel des lésions sous-corticales qui sont associées (gliose dans le thalamus postérieur).

. Selon le schéma anatomique proposé par Jones et Powell (1970), les connections occipito-frontales se projettent sur les aires prémotrice et motrice supplémentaire elles-mêmes reliées à l'aire 4.

L'exclusion fonctionnelle de l'aire 4 par section des efférences des aires prémotrices réalise de la même manière un trouble du guidage visuel des doigts (Moll et Kuypers, 1975).

Ainsi, la voie cortico-corticale intrahémisphérique occipito-frontale, démontrée anatomiquement (Pandya et Kuypers, 1969 ; Jones et Powell, 1970) paraît intervenir dans le guidage visuel des doigts et de la main (Haaxma et Kuypers, 1974), bien que ce fait ne soit pas admis par tous les auteurs (Myers et coll., 1962).

Ce faisceau se termine au niveau des aires prémotrice (aire 6) et motrice supplémentaire dont le rôle dans la programmation des séquences motrices est reconnu (Luria, 1969 ; Roland et coll., 1980a-b). L'aire prémotrice est le siège d'une convergence polysensorielle (Deuel et Dunlop, 1979) comprenant notamment, sur le plan électrophysiologique des neurones visuels (Sakai, 1974 ; Pigarev et coll., 1979) et des neurones actifs pendant le mouvement sous contrôle visuel (Kubota, 1976).

Une lésion limitée de ce système altère assez spécifiquement ce que nous avons désigné par le canal visuomoteur "focal". Les difficultés du contrôle moteur distal, en vue de séquences gestuelles élaborées ne sont pas sans évoquer certains troubles de type apraxique (Deuel, 1977 ; Moll et Kuypers, 1977).

Par contre, la participation des structures sous corticales semble être relativement mineure, en particulier Moll et Kuypers (1975) ne trouvent aucun déficit de l'adaptation digito-manuelle après lésion du noyau ventrolatéral du thalamus.

3.2) Au niveau du canal "spatial". Nous avons déjà envisagé le rôle possible de certaines structures sous-corticales dans les canaux spatiaux. Celles-ci semblent intervenir dans les réactions d'orientation vers un stimulus (contrôle de l'attention, détection spatiale, commandes motrices de type "reflexe"). Cependant, le caractère relativement peu élaboré de ces fonctions d'une part, les conséquences somme toute minimales chez l'homme de l'exclusion des structures qui les sous-tendent d'autre part, indiquent que l'organisation du comportement spatial siège à un autre niveau. Selon le principe général d'organisation hiérarchisée du système nerveux, il est nécessaire de concevoir un niveau de projection néo-cortical permettant l'intégration de ces mécanismes sous corticaux afin que s'élabore un véritable comportement mettant en jeu motivation, décision, stratégie.

De nombreux arguments existent pour considérer les aires pariétales postérieures comme aires corticales effectrices de ces canaux spatiaux.

3.2.1 - Conséquences de l'ablation limitée des aires pariétales

postérieures. Les lésions étendues et bilatérales de la région pariétale postérieure déterminent chez l'homme, comme nous l'avons vu (chapitre I) des troubles graves du comportement guidé vers un but visuel.

Un tableau assez comparable a été reproduit chez le singe par ablation pariétale postérieure bilatérale, comprenant les aires 5, 7 et 19 de Brodmann, ainsi qu'une partie du sillon temporal supérieur (Ettlinger et Wegener, 1958 ; Bates et Ettlinger, 1960 ; Moffet et coll., 1967 ; Ratcliff et coll., 1977).

Si la lésion est unilatérale et porte sur les aires 5 et 7, un syndrome affectant le membre controlatéral à la lésion est réalisé (Ettlinger et Kalsbeck, 1962 ; Hartje et Ettlinger, 1973 ; Sugishita et coll., 1978 ; Lamotte et Acuna, 1978). Une lésion isolée de l'aire 7, réalisée par ablation (Faugier-Grimaud et coll., 1978) ou par refroidissement (Stein, 1978) a les mêmes effets, bien que plus fugitifs. Ainsi peut-on considérer les troubles observés comme relevant principalement de l'atteinte de cette structure.

Nous allons décrire les conséquences chez l'animal d'une lésion unilatérale des aires 5 et 7 dans la mesure où le tableau présente de nombreuses analogies (et certaines différences) avec l'ataxie optique humaine, et fournit en quelque sorte un modèle expérimental d'étude du trouble clinique.

Dans les jours qui suivent l'ablation chirurgicale on constate un défaut d'utilisation spontanée du membre controlatéral pour les tâches à point de départ visuel (Ettlinger et Kalsbeck, 1962 ; Hartje et Ettlinger, 1973 ; Faugier Grimaud et coll., 1978), non lié à un déficit moteur, ainsi qu'une posture anormale de la main (Faugier Grimaud et coll., 1978).

Lorsqu'on oblige l'animal à utiliser ce membre pour atteindre des cibles lumineuses en relief sur un panneau, on observe :

- une augmentation considérable de la latence de la réponse de cette main, jusqu'à plusieurs secondes (Lamotte et Acuna, 1978). Celle-ci se manifeste quelle que soit la position spatiale de la cible. Stein (1978), cependant, ne la retrouve que pour les cibles situées dans le champ visuel controlatéral à la lésion.
- une lenteur du geste de saisie affectant les 2 composantes du geste, balistique et d'ajustement terminal.
- surtout, une inadaptation spatiale du geste :

. La main est projetée dans une situation erronée, commettant une erreur de plusieurs cm, et ne peut atteindre la cible sauf parfois quand intervient une correction tactile secondaire. Le pourcentage des erreurs est identique dans les 2 champs visuels et prédomine pour les cibles les plus périphériques, notamment en situation de boucle ouverte (Lamotte et Acuna, 1978). Les erreurs de pointers sont distribuées essentiellement dans le plan horizontal et résultent d'un pointage systématiquement trop médian dans les 2 champs (Hartje et Ettlinger, 1973 ; Faugier-Grimaud et coll., 1978) ou "dirigé" du côté de la lésion (Lamotte et Acuna, 1978 ; Stein, 1978).

Le degré d'imprécision augmente si la cible lumineuse s'éteint avant que l'oeil ne parte (ce qui empêche une fovéalisation) : dans ce cas le pointage tend à être systématiquement médian par rapport à la cible (Lamotte et Acuna, 1978).

. A côté du déficit proprement balistique du geste, il existe une malposition de l'organe de saisie lors des tentatives de préhension de petits objets (Denny - Brown et Chambers, 1958 ; Lamotte et Acuna, 1978 ; Faugier-Grimaud et coll., 1978), présente même en boucle ouverte. A la différence de l'autre main, il n'y a jamais préformation, de la pince pouce-index : les doigts sont étendus, la main ouverte en éventail. La correction de la position de la main est effectuée par les informations réafférentes tactiles.

Ce second ordre de trouble, qui semble typiquement relever d'une atteinte du canal visuomoteur "focal", augmente les difficultés d'utilisation du membre puisqu'il peut se manifester même dans les quelques cas où "par chance", la projection de la main est spatialement adaptée (Lamotte et Acuna, 1978).

- Enfin, ces difficultés sont transitoires et récupèrent en moins de 3 semaines. Cependant, si une 2ème lésion est pratiquée dans un second temps sur l'autre hémisphère, la précision du pointage avec le membre controlatéral à la première peut être à nouveau perturbée (Lamotte et Acuna, 1978).

Habituellement, en cas de lésion unilatérale, le trouble se manifeste pour le membre controlatéral dans tout le champ visuel. Parfois, comme chez l'homme, l'imprécision concerne les 2 membres dans le champ controlatéral (Stein, 1978).

Quant à la nature du déficit observé, il ne s'agit ni d'un défaut de force musculaire, ni d'une négligence visuelle, puisque le temps de réaction est identique pour les cibles situées à droite et à gauche (Stein, 1978), ni d'un trouble de la localisation visuelle dans la mesure où le membre ipsilatéral à la lésion est très précis. Elle concerne le guidage visuel du membre. Cette définition ne permet cependant pas de rendre compte de tous les faits expérimentaux. En effet, elle suppose que la vision du membre détériore les performances de celui-ci par rapport à la situation où le membre n'est pas visible pendant le mouvement. Si c'est effectivement le cas pour certains auteurs (Wilson, 1957), pour d'autres, le déficit est identique dans les 2 conditions (Ettlinger et Wegener, 1958 ; Bates et Ettlinger, 1960) ou majoré par la situation "boucle ouverte" (Moffet et coll., 1967 ; Ettlinger et Kalsbeck, 1962 ; Hartje et Ettlinger, 1973 ; Ratcliff et coll., 1977 ; Lamotte et Acuna, 1978). Ce dernier élément est alors interprété comme l'expression soit d'un trouble du sens positionnel (Ettlinger et Kalsbeck, 1962) soit d'un trouble associé de la localisation spatiale, dans la mesure où l'imprécision, en boucle ouverte, peut également se manifester pour le membre ipsilatéral à la lésion (Hartje et Ettlinger, 1973).

Le trouble peut d'ailleurs déborder la sphère de l'espace extrapersonnel immédiat et entraîner une désorientation topographique. Celle-ci procède de lésions bilatérales (Ratcliff et coll., 1977 ; Soper, 1979 ; Petrides et Iversen, 1979) ou unilatérales (Sugishita et coll., 1978).

De ces données, on peut retenir qu'une lésion unilatérale de l'aire 7 chez le singe détermine essentiellement un trouble du guidage du membre controlatéral dans l'espace extrapersonnel, qui n'est pas (ou peu) amélioré par les informations réafférentes visuelles. L'espace corporel est par contre préservé (précision des gestes vers la bouche...).

L'aire 7 semble critique pour la précision du mouvement balistique, alors que l'aire 5 pourrait plus volontiers concerner la manipulation (Denny-Brown, 1975 ; Stein, 1978) et l'évaluation de la position spatiale du membre (Mac Kay et coll., 1978).

D'autres arguments en faveur du rôle de l'aire 7 dans les canaux "spatiaux" résident dans les études électrophysiologiques et anatomiques pratiquées à son niveau.

3.2.2 - Etude électrophysiologique. L'enregistrement de l'activité électrique neuronale dans les aires 5 et 7 chez le singe éveillé, fournit un certain support neurophysiologique aux constatations précédentes (Hyvarinen et Poranen, 1974 ; Mountcastle et coll., 1975 ; Mountcastle, 1976 ; Yin et Mountcastle, 1977 ; Lynch et coll., 1977 ; Robinson et coll., 1978).

Dans l'aire 7, Mountcastle et coll. distinguent 5 classes de neurones :

- les plus nombreux (55%) déchargent pendant la fixation visuelle d'objets que l'animal désire.
- certains déchargent pendant la poursuite visuelle (6%).
- avant et pendant les saccades oculaires dirigées vers des objets d'intérêt (15%).

- certains sont des neurones "visuels".
- d'autres, enfin, déchargent lors d'une action coordonnée de la main et de l'oeil, lorsque l'animal effectue un geste pour saisir un objet motivant, qu'il fixe, ou lorsqu'il manipule ce même objet (12% des neurones pour Mountcastle et 36% pour Hyvarinen et Poranen).

Un certain nombre de ces neurones sont activés par l'adjonction d'une stimulation somesthésique au stimulus visuel (Hyvarinen et Poranen, 1974). L'existence de champs récepteurs définis semble témoigner d'une certaine organisation spatiale des 2 types de stimulation.

Dans l'aire 5, la plupart des neurones (90%) sont activés lors de la mobilisation passive des articulations ou de la stimulation cutanée (Mountcastle, 1976). Cependant 9% des cellules déchargent lorsque l'animal effectue un geste de préhension vers un objet motivant ou lorsqu'il le manipule. En outre, certaines unités somesthésiques sont activées par un stimulus visuel (Sakata, 1975).

Tous ces neurones ont en commun le fait de n'être activés que lorsque l'animal est motivé et opère dans l'espace accessible par le bras.

Il est tentant de mettre en rapport les neurones des 4 premières classes avec les mécanismes de mobilisation de l'attention visuelle et d'orientation oculomotrice. Le champ récepteur de ces neurones visuels est large et représente une certaine région du champ visuel périphérique. Il fournit peut être le substratum de la vision ambiante (cf début du chapitre IV). D'autre part l'activité de ces neurones visuels est augmentée lorsque le stimulus devient la cible d'une saccade, c'est à dire s'il est suffisamment motivant pour mobiliser l'attention (Robinson et Goldberg, 1978). Ce phénomène d'"enhancement" se retrouve également pour les neurones de l'aire 8 et du colliculus supérieur.

La dernière classe de neurones peut constituer un support électrophysiologique au geste guidé vers un but visuel : les neurones dits de "projection du bras" ne déchargent que lors d'un mouvement d'ensemble du membre (et non du fait de la mobilisation d'un seul segment articulaire) ; leur activité est indépendante de la nature de l'objet-cible (Rolls et coll., 1979) ; cette activité cesse lorsque le contact est établi avec l'objet (Leinonen et coll., 1979) ; enfin, les cellules ne déchargent que lorsque le geste s'effectue dans une certaine zone de l'espace extrapersonnel (pour Hyvarinen et Poranen, 1974). Pour cette classe de neurones, la seule différence entre les aires 5 et 7 réside dans le fait que les neurones activés "par" le membre ipsilatéral sont plus nombreux dans l'aire 7 (29% contre 8%).

La notion classique de cortex associatif (Flechsig, 1896) se réalise au niveau électrophysiologique dans l'aire 7 par une convergence d'afférences somesthésiques, visuelles et auditives (Hyvarinen, 1979). Hyvarinen et Poranen (1974) estiment que : "the somaesthetic input is integrated with the visuel to provide a sensory basis for spatial perception and for directing the motor mechanisms that receive the output from area 7". La convergence à ce niveau de projections somesthésiques et visuelles pourrait permettre la mise en concordance de cartes spatiales sensorielles et motrices, base possible de la sélection univoque d'une commande motrice -oculo-motrice ou somatomotrice- adaptée à un stimulus sensoriel spatialisé par rapport au sujet.

On notera par ailleurs, que la nature de la production motrice de l'aire 7 semble à l'origine d'une différenciation fonctionnelle à ce niveau : la partie la plus médiane -l'aire 7a (Vogt et Vogt, 1919) ou PG (Bonin et Bailey, 1947)- serait concernée essentiellement par les processus d'oculomotricité, alors que la partie latérale -l'aire 7b ou PF- aurait trait aux mouvements spatialisés des membres (Leinonen et coll., 1979). Une certaine topie fonctionnelle (sensorielle et motrice) rend peut être compte des différences entre certaines études (Hyvarinen et Shelepin, 1979).

L'ensemble de ces données a conduit Mountcastle (1976) à envisager l'aire 7 comme un appareil de commande pour les opérations dirigées dans l'espace extrapersonnel, sur la base d'une image spatialisée du corps. Lynch et coll. (1977) résument ainsi les fonctions des aires 5 et 7 sur la base de ces éléments électro-physiologiques :

"1. Neural apparatus providing a continually freshened image of the body form and the relation of its parts to one another and to the gravitational field (area 5).

2. A motivationnally dependant command apparatus directing manual operations in the immediate extra-personal space (area 5 and 7).

3. A neural apparatus for initiating and maintaining visual attention and for shifting attention at will to new objects of interest (area 7)".

3.2.3- Etude anatomique

a) Topographie

Le cortex homotypique des aires pariétales postérieures de l'homme et des primates sont semblables mais non identiques dans leur architecture.

- L'aire 7 de Brodmann (1909) : ou aires PF et PG de Bonin et Bailey (1947) correspond anatomiquement au lobule pariétal inférieur chez le singe. Limitée en haut et en avant par la lèvre inférieure du sillon intrapariétal, elle est en continuité avec l'aire 19 sur son bord postérieur.

Chez l'homme, elle représente l'essentiel du lobule pariétal supérieur. Le sillon intrapariétal la sépare, latéralement, des gyri angulaire et supramarginal. En arrière, la scissure pariéto-occipitale marque sa limite avec l'aire 19. Elle est moins bien limitée en avant avec l'aire 5, et à la face interne de l'hémisphère, (figure 5).

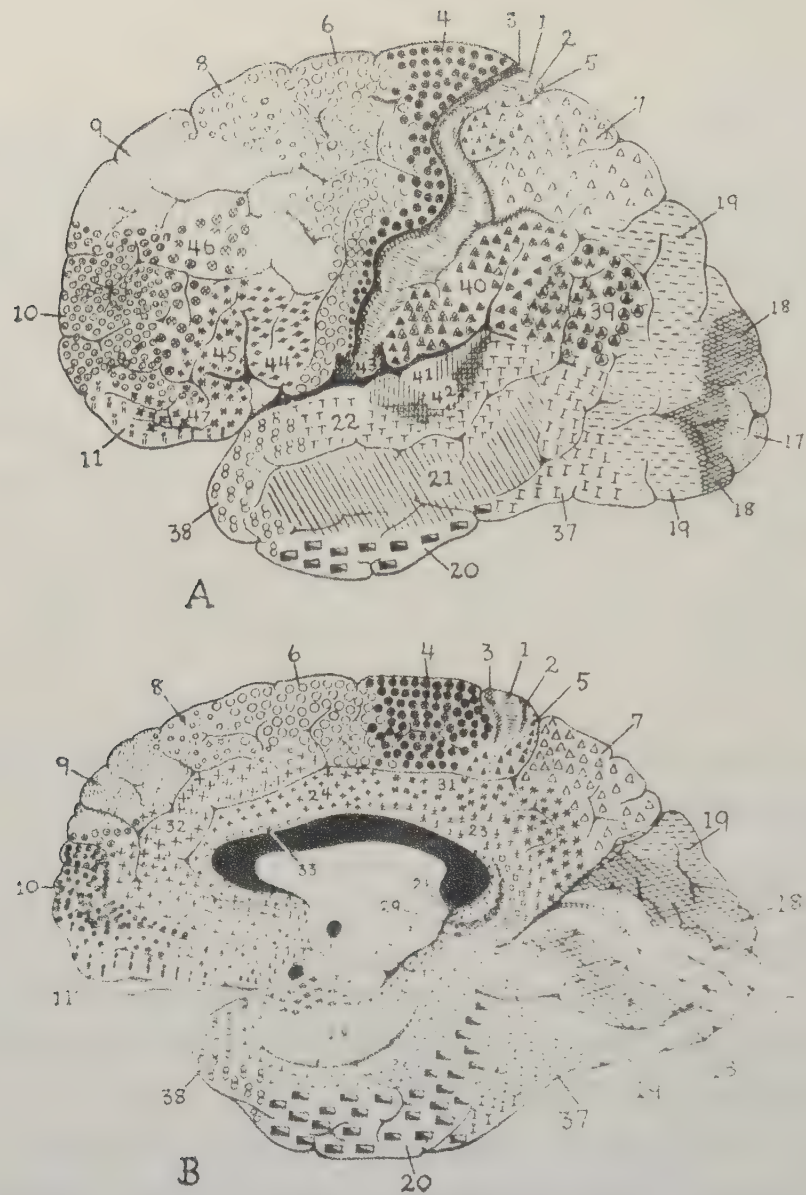


Figure 5 - Carte des champs architecturaux selon Brodmann (1909).

A. Convexité cérébrale.

B. Face interne de l'hémisphère cérébral.

Un élément peu connu mérite une mention dans la mesure où il oppose les données humaines et animales : c'est l'existence d'une asymétrie des dimensions des 2 aires, au profit du côté droit. D'une part, le développement des gyri angulaire et supra-marginal gauches rend compte d'un diamètre transversal réduit de ce côté, d'autre part, la longueur du précuneus est supérieure à droite de l'ordre de 5 à 7% (Kopp et coll., 1977).

- l'aire 5 de Brodmann ou aire PE de Von Economo (1929) et Bonin et Bailey (1947) correspond chez le singe au lobule pariétal supérieur.

De surface nettement plus réduite que l'aire 7 chez l'homme, elle est en rapport avec l'aire 2 du gyrus post-central en avant et l'aire 7 en arrière.

b) Connections du cortex pariétal postérieur

Selon le schéma classique, les informations sensorielles ne peuvent parvenir au cortex pariétal postérieur que par les projections cortico-corticales à partir du gyrus post-central (aires 3, 1, 2) et du cortex strié. Après "transformation" dans le cortex pariétal postérieur, ces informations parviennent au cortex frontal, puis de là, au cortex moteur. Ce schéma n'assigne au cortex associatif qu'un rôle sensoriel.

Les études anatomiques récentes ont modifié cette conception en montrant l'existence (1) d'afférences sensorielles sous corticales, à partir du complexe pulvinar-noyaux postérieurs du thalamus (2) de connections cortico-corticales précises (3), d'efférences motrices corticales ou non, (4) de connexions avec le système limbique et avec certains noyaux intralaminaires du thalamus (revue dans Darian Smith et coll., 1979).

Afférences thalamiques

Les informations somato-sensitives issues du complexe ventro basal ne projettent que sur les aires SI et SII. Pour les informations visuelles, le corps géniculé latéral ne projette que sur l'aire 17.

L'afférence principale de l'aire 7 (connexion réciproque) est constituée par les fibres extra-géniculo-striées issues des couches superficielles du colliculus supérieur, qui ont relayé dans le pulvinar médian, le noyau latéral postérieur et latéro-dorsal du thalamus (Benevento et Fallon, 1975 ; Baleyrier et Mauguière, 1977 ; Pearson et coll., 1978).

Ces fibres se projettent également sur les aires 17, 18 et 19.

Connexions cortico-corticales

Les travaux de Jones et Powell (1969a-b, 1970) ont montré que les aires sensorielles et motrices doivent être comprises comme un système hiérarchisé de projection en série. Ainsi, les aires de réception somesthésique (3, 1, 2) se projettent d'une part sur la zone motrice du lobe frontal (aire 4), d'autre part sur une aire associative sensorielle de premier niveau ou "cortex associatif proximal" (Graybiel, 1974) : les aires 3, 1, 2 se projettent ainsi sur l'aire 5. L'aire 5 se projette à son tour d'une part sur une structure motrice correspondante, l'aire 6, d'autre part sur une "aire associative distale", l'aire 7. Cette dernière a une efférence préfrontale sur l'aire 46, (figure 6).

Toutes ces voies sont réciproques sauf les projections du gyrus postcentral à destinée de l'aire 5 et de celle-ci à l'aire 7. Les aires homologues sont reliées par les fibres calleuses.

L'aire 7 n'est donc pas directement reliée aux aires somesthésiques primaires. Il n'existe pas, d'autre part, de connexion directe entre l'aire 7 et les aires du cortex visuel (17, 18, 19).

Connexions avec les systèmes moteurs

Elles sont nombreuses, corticales et sous corticales.

- l'aire 5 se projette sur l'aire 6 (aire prémotrice ou périarquée) et l'aire 7 sur les aires 45, 46 et 8 (aire préarquée). Ces systèmes prémoteurs ont également un fonctionnement hiérarchisé de telle sorte que l'aire 46 se projette sur l'aire 6 et de là sur l'aire 4.

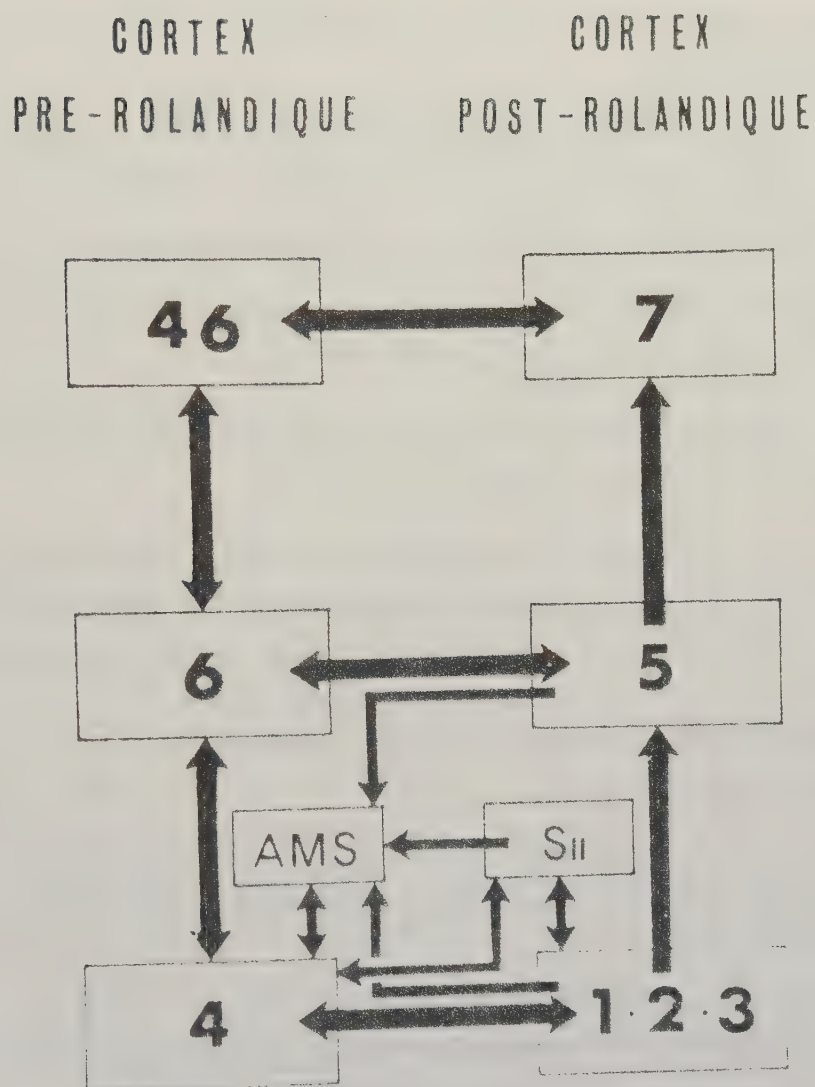


Figure 6 - Schéma des voies cortico-corticales de l'intégration sensorimotrice (d'après F. Mauguière, Thèse de Médecine, Lyon, 1977).

- l'aire 7 est connectée avec les aires 23 et 24 du gyrus cingulaire (Baleydier et Mauguière, 1980).

- l'aire 7 se projette sur de nombreuses structures sous corticales à déterminisme moteur :

- sur le noyau caudé et le putamen : les fibres efférentes issues du pallidum gagnent en partie le noyau ventro-latéral du thalamus puis l'aire 6.

- sur le pont (Wiesendanger et coll., 1979) : les fibres gagnent le cervelet, et de là, à nouveau l'aire 6 par le faisceau dentato rubro-thalamo-cortical.

- l'aire 7 se projette enfin sur la couche profonde du colliculus supérieur et la réticulée pontique paramédiane.

Au total, on peut concevoir un rôle moteur de l'aire 7, d'une part par sa projection sur les aires préfrontales, d'autre part et surtout par ses efférences sous corticales (noyaux gris, cervelet). En ce qui concerne son intervention dans les fonctions d'attention visuelle, et de l'oculomotricité, les voies possibles sont multiples.

- projection de l'aire 7 sur l'aire 8 (Frontal eye field), projetant elle-même sur le colliculus supérieur et le prétectum.

- projection de l'aire 7 sur le colliculus supérieur, lui-même recevant des afférences de la rétine, du cortex visuel, du cortex associatif frontal et temporal.

- projection directe de l'aire 7 sur la réticulée pontique paramédiane (PPRF), effectrice des mouvements oculaires horizontaux).

- projection indirecte de l'aire 7 sur le cervelet.

CHAPITRE V - OBSERVATIONS CLINIQUES

La réputation de rareté de l'ataxie optique est liée pour une part aux conditions très restrictives qui doivent être réunies pour la retenir, et pour une autre part à sa méconnaissance habituelle. Ce 2ème élément paraît déterminant puisque les sept observations que nous rapportons ont été rassemblées en 3 ans et demi. Il s'agit de patients hospitalisés à l'hôpital de l'Antiquaille, dans le service du Professeur Garde, à l'hôpital Neurologique dans les services des Professeurs Schott et Lecuire, et à l'hôpital Desgenettes dans le service de neurologie.

Toutes ces observations correspondent à des lésions unilatérales, gauches dans 5 cas, droites dans 2 cas, contrôlées 5 fois par scanographie seule, une fois par scanographie et vérification anatomique, et une fois par scintigraphie.

La prédominance relative des lésions gauches ne provient semble-t-il que du "hasard" de notre échantillon, dans la mesure où les observations publiées concernent en plus grand nombre des lésions droites. Elle semble de ce fait plutôt traduire l'équipotentialité des 2 hémisphères vis à vis du trouble.

Ces 7 observations constituent, à notre connaissance, la plus grande série originale présentée.

Ce chapitre ne concerne que les données cliniques. L'analyse magnétoscopique des performances de préhension est exposée dans le chapitre VII. Aussi serons-nous relativement brefs quant à la description de l'ataxie optique elle-même.

A - LESIONS GAUCHES

OBSERVATION N° 1

Madame RIO... Jeanne, 83 ans, droitière, est hospitalisée dans le service du Professeur GARDE le 14 juin 1977 pour des troubles de la coordination du membre supérieur droit, et des troubles de la marche, apparus dans le décours d'une hémiplegie droite.

- Antécédents :

- fracture du poignet droit à l'âge de 20 ans.
- colectomie pour tumeur en 1971.

- Histoire clinique actuelle :

En mars 1977, apparition brutale d'une hémiplegie avec hémianesthésie droite, sans trouble du langage, de type vasculaire ischémique.

L'évolution du déficit moteur est régressive, laissant persister cependant un trouble de sensibilité profonde, une maladresse importante du MSD, et de grandes difficultés à la marche.

L'EEG et la scintigraphie cérébrale sont normaux.

La scanographie (2 août 1977) montre des signes d'atrophie cortico- sous corticale, et une zone rétractile hypodense pariétale gauche évocatrice d'un ramollissement ancien (figure 7).

- Examen neurologique :

La malade est bien orientée dans le temps et dans l'espace. Elle est anxieuse sur son état, notamment sur le fait, qu'elle ne peut plus marcher. Elle n'a pas de gros troubles de mémoire, le langage est normal : absence de troubles de l'expression ou de la compréhension orale, exécution parfaite

d'ordres écrits, bonne association entre mots et images. Elle ne peut tenir un crayon dans la main, mais elle est capable de tracer le contour de différentes lettres avec son index. Le calcul mental est conservé.

. Motricité - tonus :

La force musculaire est normale et symétrique aux 4 membres, les mouvements d'habileté manuelle sont préservés.

Il existe une hémiaspontanéité motrice droite, particulièrement nette au cours de l'examen des praxies.

. Sensibilité :

Il persiste un important déficit sensitif droit : hypoesthésie tactile prédominant au niveau de la main, extinction sensitive du côté droit, troubles arthrokinesthésiques et astéréognosie.

L'épreuve doigt-nez, bien réalisée avec la MG, est perturbée à droite. Il n'y a pas d'adiadococinésie.

Les difficultés de la marche semblent liées en grande partie aux troubles de la sensibilité profonde de l'hémicorps droit.

. Praxies :

Une apraxie idéomotrice bilatérale à prédominance droite est présente : la MD a un taux de réussite de 21% (4 épreuves sur 19), la MG de 68% (13 sur 19), aussi bien sur ordre verbal que sur imitation visuelle.

Des difficultés prédominant du côté droit sont également observées pour les praxies idéatoires.

. Gnosies :

- absence de négligence spatiale unilatérale.
- pas d'indistinction droite-gauche, ni d'agnosie digitale, ni de trouble du schéma corporel.
- les objets, les images, les couleurs et les visages sont bien reconnus.

. Vision :

Le champ visuel est normal par confrontation.

Cependant, on note un certain degré de négligence de l'hémichamp visuel droit (avec, au moins par intermittence, une hémianopsie relative).

. Oculomotricité :

Elle est cliniquement normale. On note simplement un discret strabisme divergent (ancien) de l'oeil gauche.

- Ataxie optique :

La préhension des objets sous contrôle visuel est manifestement très perturbée avec la MD : le mouvement est très lent, la main erre à la façon d'un aveugle, et "rate" la cible de façon quasi constante à droite, mais elle est très souvent persuadée d'avoir réussi et de tenir l'objet dans la main, même si on lui demande de la regarder.

Cette imprécision se retrouve avec la MD dans le champ gauche, un peu moins importante.

Ce trouble ne ressort pas uniquement du déficit proprioceptif d'une part du fait de sa prédominance dans le champ droit pour la MD, d'autre part du fait de la difficulté qu'éprouve la MG -indemne de troubles sensitifs- dans le champ droit, alors que dans le champ gauche les performances sont comparables à la normale.

Cela signifie qu'il existe, au moins dans l'hémichamp droit, un trouble visuomoteur qui, pour la MD, se surajoute au déficit sensitif. Ceci ne peut être affirmé pour les erreurs de la MD dans la partie centrale et gauche du champ visuel, bien que l'importance des perturbations plaide également en faveur de cette hypothèse.

La fixation préalable de la cible n'améliore pas de façon importante la saisie par la MD, par contre la saisie devient parfaite avec la MG. Par ailleurs, les saccades oculaires d'orientation vers l'objet ne paraissent pas toujours adaptées.

~ Evolution :

5 mois après ce 1er examen, l'état reste stationnaire : il persiste de grandes difficultés dans les gestes de préhension par la MD, peu améliorés par la fixation préalable de l'objet.

Résumé :

Femme de 83 ans qui dans les suites d'une hémiplegie droite a présenté une ataxie optique de la MD, prédominante dans le champ droit et à un moindre degré de la MG dans le champ droit.

- L'examen montre par ailleurs, une hyposthésie du MSD, une apraxie idéomotrice et idéatoire bilatérales à prédominance droite, et une aspontanéité du MSD.

- La scanographie objective un foyer hypodense, pariétal gauche, correspondant à un probable ramollissement.

OBSERVATION N° 2

Monsieur DEL... Paul, 55 ans, droitier, est hospitalisé le 26 mai 1977 dans le service du Professeur GARDE pour une maladresse du MSD d'installation progressive.

- Antécédents :

- diabète gras depuis 15 ans, traité par sulfamides.

- Histoire clinique actuelle :

Au début de mai 1977 sont apparus, de manière progressive, une gêne motrice du MSD, et des épisodes de paresthésies distales du MSD durant plusieurs minutes.

Lors de l'hospitalisation, la constatation d'un déficit moteur à prédominance distale du MSD, sans asymétrie des reflexes et d'une discrète hypoesthésie en manchette, évoquent tout d'abord, malgré l'absence d'amyotrophie, une atteinte neurogène périphérique d'autant que l'EMG montre des signes en faveur de cette hypothèse dans les muscles dépendant du cubital et dans le muscle de l'abducteur du pouce.

Cependant, l'EEG montre un ralentissement intermittent temporo-pariétal gauche, la scintigraphie cérébrale, un foyer d'hyper fixation précoce pariétal postérieur gauche.

La nature vasculaire de la lésion est probable d'autant que l'artériographie carotidienne gauche met en évidence de petites plaques d'athérome à l'origine de la carotide interne et une sténose étagée du siphon carotidien.

Cette hypothèse est confirmée 3 mois plus tard, par le caractère partiellement regressif des troubles, en particulier du déficit moteur, la diminution du foyer scintigraphique et par la scanographie qui montre une zone hypodense pariétale postérieure et supérieure gauche, d'aspect triangulaire, s'accompagnant d'une discrète augmentation de taille du ventricule en regard, évocatrice d'un ramollissement (figure 7).

C'est à ce moment qu'a commencé notre étude de ce patient, qui présente un trouble résiduel de coordination visuo-manuelle.

- Examen neurologique :

Il n'y a aucun trouble de mémoire ni du langage oral, et la vigilance est parfaite.

. Motricité - tonus :

Il ne persiste plus qu'une discrète diminution de force de la pince pouce-index droite. Les mouvements d'habileté manuelle sont ralentis au niveau de la MD (pianotage, marionnettes).

Une sous utilisation motrice du MSD est en outre présente.

. Sensibilité :

On note une discrète hypoesthésie thermoalgique du MSD, avec petits troubles du sens positionnel, de la pallesthésie, sans extinction sensitive. Il n'y a pas d'astéréognosie évidente : la reconnaissance d'objets est parfaite avec les 2 mains ; il existe simplement quelques erreurs de reconnaissance pour les formes bi-dimensionnelles (5/10 pour la MD, 1/4 pour la MG) et tridimensionnelles (4/12 pour la MD, 0/6 pour la MG).

. Praxies :

L'examen des praxies idéomotrices révèle une lenteur et une certaine maladresse des gestes de la MD. Tous les gestes de la symbolique conventionnelle sont correctement exécutés par les 2 mains, sauf la mimique de "la supplication".

Parmi les gestes descriptifs, on note une maladresse de la MD pour mimer les gestes de "manger" et "couper avec une paire de ciseaux", et un échec pour le geste de "planter un clou" sur ordre verbal, alors que ce dernier geste est bon sur imitation visuelle.

Au total, le taux de réussite de la MD est de 69% (9 gestes sur 13) celui de la MG de 100% (13/13).

La même lenteur de la MD se retrouve dans le maniement d'objets. Le patient utilise correctement la clé, le cadenas, le peigne, les lunettes, il allume bien la bougie et il réussit à mettre une lettre dans une enveloppe. Il lui est

par contre difficile de couper du papier avec des ciseaux, d'allumer une cigarette (parfois même il la "rate") et il verse souvent l'eau à côté du verre.

Il semble que ces difficultés soient plutôt d'ordre visuomotrice et qu'elles ne relèvent pas d'une apraxie idéatoire.

Il n'y a pas d'apraxie de l'habillage, ni d'apraxie bucco-faciale, mais existent des dyskinésies bucco-faciales importantes.

Il existe un certain degré d'apraxie constructive : si le patient est capable de dessiner des formes géométriques planes, il ne peut représenter un cube ou une maison, même en présence du modèle (mais il faut tenir compte du niveau d'instruction du sujet...).

. Gnosies :

Aucune négligence spatiale unilatérale notamment au test des traits à barrer. La lecture de l'heure est correcte avec parfois une confusion entre les 2 aiguilles.

Aucun trouble de l'orientation topographique. Il donne une bonne description des itinéraires dans Lyon (mais il ne peut retrouver le nom de "place Bellecour") et se situe bien dans la pièce.

Le schéma corporel est respecté, en particulier il n'y a ni autotopoagnosie, ni agnosie digitale, même lors des épreuves de désignation du doigt touché sur un schéma. La distinction droite gauche est bonne.

La reconnaissance des objets, des images géométriques figuratives, emblématiques, des visages, et des couleurs est préservée.

Le test de Poppelreuter est bien réalisé.

. Vision :

Le champ visuel est normal au périmètre de Harms lorsqu'on utilise un stimulus d'intensité et de taille maximum (116' 1000 abs). Cependant, pour de plus faibles valeurs (10' 32abs) on observe un léger rétrécissement de l'hémichamp droit.

La vision semble d'ailleurs moins bonne de ce côté puisqu'il n'arrive pas à dénombrer plus de 2 objets présentés simultanément dans ce champ, alors qu'il en reconnaît 4 à gauche.

La position relative des objets est bien appréciée. Il n'y a pas d'extinction visuelle.

. Oculomotricité :

Elle est normale sur le plan clinique si ce n'est une certaine instabilité de la fixation et une fragmentation des mouvements oculaires d'orientation et de poursuite. Il n'y a pas de négligence visuelle, et le NOK horizontal est présent et symétrique.

Le réflexe de clignement à la menace n'est obtenu qu'en utilisant la main du sujet (D ou G) ; il est alors inépuisable.

- Ataxie optique :

Le patient qui reste maladroit pour certains gestes de la vie courante (il "rate" souvent l'objet qu'il veut saisir, il verse à boire à côté, ...) présente en fait une ataxie optique prédominante pour la MD dans le champ droit.

Il existe également des erreurs avec la MG dans le champ droit, ce qui suggère l'existence d'un trouble visuo-moteur dans le champ droit pour les 2 mains.

Quant aux erreurs que le malade commet avec la MD dans le champ gauche, il est difficile d'admettre qu'elles ne sont liées qu'au déficit proprioceptif. Lorsque l'objet est présenté dans la partie centrale du champ, ou si la fixation de l'objet a été autorisée, aucune erreur n'est observée.

- Evolution :

L'état est sensiblement stationnaire, un an plus tard, et n'a pas permis au malade de reprendre son activité professionnelle de maçon.

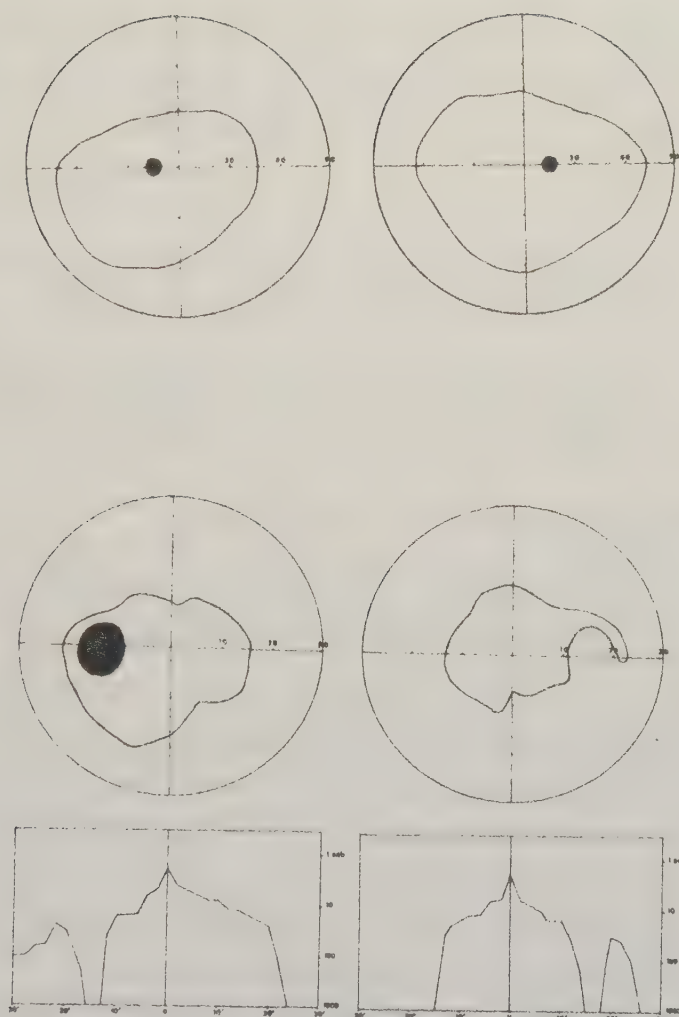
Résumé :

Cet homme de 55 ans présente à titre de séquelle d'un accident ischémique hémisphère gauche, une ataxie optique de la MD, dans les 2 champs mais surtout dans le champ droit, plus discrètement de la MG dans le champ droit.

Le MSD présente en outre, une sous-utilisation motrice, une lenteur d'exécution des mouvements d'habileté et une discrète apraxie idéomotrice.

Le champ visuel montre un léger rétrécissement du champ droit pour les stimuli les plus faibles.

La scanographie montre une image hypodense pariétale postérieure gauche.



Champ visuel de Del. (obs. N° 2) mesuré avec l'appareil de Harms.

En haut : avec un stimulus de taille et d'intensité maximum (116', 1000 asb.), on note simplement une discrète constriction globale du champ.

Au milieu : Sur de plus petits isoptères (10', 32 asb.), la constriction est nettement plus marquée, surtout pour l'hémichamp droit de l'oeil droit.

En bas : Périmétrie de profil pour le méridien horizontal : on retrouve, pour l'hémichamp droit de l'oeil droit, un déficit au delà de 25° d'excentricité.

OBSERVATION N° 3

Monsieur PAR... Jacques, 72 ans est hospitalisé le 18 octobre 1977 dans le service du Professeur GARDE pour une maladresse du membre supérieur droit, séquelle d'un déficit hémicorporel droit.

- Antécédents :

- diabète gras depuis 5 ans, traité par sulfamides.
- artériopathie sévère des 2 membres inférieurs, ayant nécessité une amputation transtibiale bilatérale.

- Histoire clinique actuelle :

Elle a commencé il y a 18 mois par une baisse de la force et une hypoesthésie du membre supérieur droit, à début brutal et d'évolution partiellement régressive. Ce tableau correspond selon toute vraisemblance à un accident ischémique d'autant qu'il existe à l'examen un souffle carotidien gauche, et sur la radio du crâne une calcification du siphon carotidien gauche.

L'hospitalisation a été motivée par une maladresse du MSD, séquelle de cet accident initial, invalidante puisqu'elle gêne le patient pour porter les aliments à sa bouche. Cette gêne fonctionnelle correspond à une ataxie optique de la MD, pratiquement isolée.

L'EEG et la scintigraphie cérébrale sont normaux. La scanographie (13/10/1978) montre un aspect d'atrophie diffuse cortico- sous corticale avec une hypodensité pariéto-occipitale gauche correspondant au foyer ancien de ramollissement (figure 7).

- Examen neurologique (11 au 17 août 1978) :

Il s'agit d'un patient droitier strict, bien vigilant et coopérant. L'orientation temporo-spatiale est bonne, la mémoire d'évocation des faits anciens, est globalement conservée ; le nombre d'empan verbal est de 6.

Il ne présente aucun trouble du langage ou de la lecture. L'écriture est laborieuse, sans que l'on puisse parler d'agraphie. Enfin, le calcul mental peut être considéré comme normal compte tenu du niveau d'instruction (certificat d'études).

. Motricité - tonus :

Il n'y a pas de déficit segmentaire de la force, notamment au niveau de la main. On peut cependant noter, d'une part une hypertonie de type oppositionnelle des MS, d'autre part une héli-asponanéité motrice droite, le bras restant demi-fléchi, la main fermée, légèrement en avant. Dans la vie courante ce patient utilise d'ailleurs sa MG (pour manger...).

La MD est très lente pour réaliser les gestes d'habileté manuelle (pianotage, marionnettes, émiettement du pain...). Cette maladresse se rencontre tout au long de l'étude des praxies.

. Sensibilité :

On peut noter une extinction droite intermittente et quelques erreurs sur le sens positionnel des doigts de la MD, sans trouble pallesthésique. Il n'y a pas d'astérognosie importante, mais des difficultés morphognosiques peut être liées aux troubles manipulatoires.

. Praxies :

Une apraxie idéomotrice bilatérale à prédominance droite est présente, puisque la MD ne réalise que 12 gestes sur 24 de la symbolique conventionnelle (50%), et la MG, 16 sur 24 (66%).

Voici le détail de cette étude:

- . "Salut militaire" : très imparfait avec les 2 mains. La main est mal orientée mais amenée sur la tempe. amélioration sur imitation visuelle, avec la MD, et après imitation kinesthésique avec la MG.
- . "Faire attention ! avec le doigt" : échec avec les 2 mains, amélioration partielle sur imitation visuelle et meilleure après apprentissage kinesthésique.
- . "pied de nez" : réussite avec les 2 mains.

- "Serment" : il ne réalise pas le geste sur consigne verbale. Sur imitation visuelle, le geste est correct avec la MG, maladroit avec le membre droit dont le coude est fléchi.
- "Signe de croix" : échec. Sur imitation visuelle seule la MG peut réaliser la consigne, mais il est incapable de le reproduire un moment plus tard.
- "Geste de menace" : maladroit avec les 2 mains. Pas d'amélioration sur présentation visuelle, amélioration partielle par apprentissage kinesthésique.
- "Mauvaise odeur" : réussite avec la MG, geste maladroit avec la MD.
- "Supplication" : échec sur ordre verbal, réussite après présentation visuelle.
- Mimique d'"avoir froid" et "avoir peur" : seulement réussite sur imitation visuelle.
- "Friser la moustache", "se gratter le nez" : réussite.
- "Fumer" : geste maladroit, amélioré sur présentation visuelle, surtout avec la MD. Avec la MG, il oriente les 2^e et 3^e doigt en sens inverse.
- "Se peigner" : geste correct, surtout avec la MG. Fréquentes syncinésies de la MD quand la MG agit.
- "Manger" "couper avec une paire de ciseaux" : réussite.
- "Tourner la clé dans le serrure" : les 2 mains sont maladroites, mais la MD est meilleure. Pas d'amélioration sur imitation visuelle, la clé n'est pas tournée dans son axe.
- "Planter un clou" : maladresse des 2 mains : le geste du marteau est lent avec la MD, très approximatif dans la visée. La MG tient mal le marteau. Pas d'amélioration après présentation kinesthésique.
- "Tailler un crayon" : geste approximatif. Peu amélioré sur présentation visuelle.
- "Allumer une cigarette" "accollement des doigts" : réussite.
- "Ruit de chiffre" : il réussit après hésitation, sur présentation visuelle.
- "double cornes" : bonne ébauche de la MD.

Il existe également une apraxie idéatoire : sur 7 maniements d'objets, il y a 3 réussites avec la MD et 4 avec la MG :

- "Ciseaux" : difficulté pour enfiler les doigts (il passe le majeur). Un peu meilleur avec la MG, mais il ne peut couper le papier.
- "Clé" "éponge", "marteau" : réussites.
- "Allumer la bougie" : il frotte simplement l'allumette avec la MG.
- "Tire-bouchon" : Il commence à tourner, mais il ne peut lâcher l'objet pour continuer à tourner.
- "Cadenas" : geste à peu près correct avec la MG.

Il n'y a pas d'apraxie bucco faciale ni d'apraxie de l'habillage.

L'apraxie constructive est nette : il n'est capable que de représenter approximativement les figures géométriques planes (cercle, triangle, carré). Le cube n'est pas réalisé même en présence d'un modèle et des points d'angle.

. Gnosies :

- Absence de négligence spatiale unilatérale au test des traits à barrer ; le dessin de la marguerite est complet ; l'exploration d'images complexes est bonne.

- Absence de troubles de l'orientation topographique ; en particulier le patient s'oriente relativement bien sur la carte de France et sur le plan de Lyon.

- Il n'y a pas de troubles du schéma corporel, aucun élément d'agnosie digitale, même sur l'examineur, ni d'indistinction droite gauche.

- Les objets, les images figuratives et emblématiques sont reconnus. Il existe quelques erreurs à la désignation et lors de l'appariement des couleurs, mais le sujet est daltonien. Le nom des couleurs est bien évoqué.

. Vision :

Le champ visuel est normal par confrontation. Il n'y a pas de désorientation visuelle : en particulier il apprécie correctement la position respective de 3 objets, ou de 2 lignes différentes dans l'un ou l'autre des hémichamps.

. Oculomotricité :

Elle est cliniquement normale, tout au plus peut-on noter une difficulté à l'orientation du regard sur un objet situé à droite. Le NOK est symétrique.

- Ataxie optique :

Celle-ci concerne essentiellement la MD dans le champ droit. Cependant, à un moindre degré, la MD est également imprécise au centre, et dans le champ gauche, ainsi que la MG dans le champ droit. Si le sujet a la possibilité de fixer l'objet du regard, la précision de la MG se normalise à la différence de celle de la MD.

- Evolution :

Pendant les 2 mois qui suivent cette période d'observation initiale, l'intensité de l'ataxie optique nous a paru suivre les fluctuations de l'état général du sujet. En effet, dans le décours d'un épisode infectieux, on a pu constater transitoirement au cours des gestes de préhension, une "errance" de la MD, cherchant l'objet à la façon d'un aveugle tandis que la MG, même si elle n'atteignait pas directement l'objet, parvenait très rapidement à son voisinage.

Résumé :

Cet homme de 72 ans présente une ataxie optique séquellaire d'une hémiplégie droite. Elle concerne avant tout la MD dans le champ droit ; à un moindre degré, la MD dans le champ gauche et la MG dans le champ droit. On note à l'examen, une aspontanéité motrice et une lenteur considérable des gestes avec le MSD, ainsi qu'une apraxie idéomotrice bilatérale à prédominance droite, et une apraxie idéatoire.

Sur la scanographie, atrophie corticale diffuse avec plage d'hypodensité pariéto-occipitale gauche.

OBSERVATION N° 4

Monsieur RED... Jean, 53 ans, est hospitalisé le 30 novembre 1978 à l'Hôpital d'Instruction des Armées de Desgenettes pour accident vasculaire cérébral avec hémiplégie droite et aphasie.

- Antécédents :

- HTA à 18/12, non traitée
- Cataracte droite traumatique opérée en 1962.

- Histoire clinique actuelle :

Installation ictale le 30/11/1978 d'une hémiplégie droite avec aphasie, mydriase de l'oeil gauche, d'évolution largement régressive en 6 heures. A l'examen, on note alors un déficit hémicorporel droit prédominant nettement au MI, accompagné d'une hypertonie en flexion du MS, sans troubles sensitifs ; une fluence verbale réduite, avec agrammatisme, quelques troubles de compréhension ; une apraxie bucco-faciale ; une apraxie idéomotrice à prédominance gauche ; une anomie transitoire de la MG ; une agraphie avec les lettres mobiles ; une indistinction droite gauche.

L'artériographie carotidienne montre une oblitération de l'artère cérébrale antérieure gauche au niveau du genou du corps calleux.

L'EEG montre un ralentissement fronto pariéto-temporal gauche.

La scanographie (8/12/1978) objective deux zones hypodenses ; l'une située en avant de la corne frontale gauche, visible sur les coupes les plus hautes, remontant le long de la ligne médiane à gauche ; l'autre, dans la région pariétale postérieure, en triangle, entraînant un discret écrasement du ventricule latéral, avec un 3ème ventricule également discrètement refoulé vers la droite. L'injection de produit de contraste ne modifie pas ces images (figure 7).

Aucune étiologie emboligène n'est décelée, en particulier l'échocardiographie et le cathétérisme cardiaque sont normaux.

Les données de l'examen que nous avons pratiqué, ont été recueillies entre le 9 janvier et le 19 mars 1979, alors que la récupération motrice se poursuit.

- Examen neurologique :

Le patient se dit ambidextre : cependant si les 2 mains sont équivalentes pour certaines activités (utilisation d'un marteau, dévisser un bouchon...), la MD est plus souvent que la gauche la main préférentielle. L'oeil directeur est l'oeil droit.

Les capacités d'attention sont bonnes ; l'orientation temporo spatiale discrètement perturbée en janvier (il pense être en janvier 1978, et ne connaît pas le nom de l'hôpital) est normale en mars ; l'évocation des faits anciens est approximative mais sans erreurs ; les faits récents sont mieux évoqués et le nombre d'empan verbal est de 5.

Le langage spontané est normal, sans manque du mot ni paraphasies. La répétition et la dénomination sont parfaites. Il persiste par contre des troubles de compréhension se manifestant pour les consignes à plusieurs temps : il échoue à l'épreuve des 3 papiers et ne réussit qu'après de longues hésitations et des fausses manoeuvres à "placer le verre à côté du crayon".

La lecture est conservée. On note cependant quelques hésitations lors de la lecture d'un texte qui semblent liées à un petit défaut d'exploration oculomotrice et à l'"oubli" de certains mots situés à l'extrémité droite des lignes.

L'agraphie est majeure, elle survient même avec des lettres mobiles ; cependant la copie des mots et des petites phrases est assez facile. L'epellation est bonne.

Une acalculie est présente : la lecture et l'écriture des nombres est perturbée lorsque ceux-ci atteignent 6 chiffres. Les additions et les multiplications simples (3×15) sont possibles aussi bien en calcul mental que par écrit. Par contre les soustractions et les divisions donnent lieu à un échec ($16 : 2$. $35-10..$).

. Motricité - tonus :

La force est symétrique, en particulier au niveau de la pince pouce-index.

L'habileté manuelle de la MD est conservée lors des épreuves de comptage de pièces de monnaie et de froissage de papier. Le test de pianotage rapide des doigts (Dr. Michel) montre des performances normales pour la MD puisque le délai entre 2 mouvements successifs est de 177ms ; comparativement la MG est plus lente (223ms). Cependant, les performances du MSG sont normalisées si le mouvement ne met pas en jeu l'articulation métacarpophalangienne, mais celle du poignet (161ms).

Il existe une aspontanéité motrice du MSD manifeste : le bras est tenu demi-fléchi et collé au corps, tous les gestes de la vie courante sont initiés par la MG. Lors de la déambulation, le patient avance "avec son côté gauche", laissant son hémicorps droit en arrière.

. Sensibilité :

On ne retient aucun trouble sensitif élémentaire, pas d'extinction sensitive, pas de trouble net de la graphesthésie (2 erreurs sur 8 avec la MD). Tout au plus peut-on noter un minime elargissement des cercles de Weber sur la MD (3cm contre 2 à gauche).

Un certain degré d'amorphognosie est noté en janvier 1979 au niveau de la MD, pour les formes géométriques tri-dimensionnelles, et non pour les objets ; la MG ne commet aucune erreur et ne présente aucune anomie. En mars 1979, tout trouble stéréognosique a disparu.

. Praxies :

On retient une apraxie idéomotrice bilatérale à discrète prédominance gauche (cf. enregistrement magnétoscopique).

A l'examen de janvier 1979, le taux de réussite est de 50% pour la MD (16 épreuves sur 32) et de 46% pour la MG (15/32).

Symbolique conventionnelle :

- "Salut militaire" : bien réalisé avec la MD. Maladresse du geste avec la MG : la paume est en avant, les doigts écartés. Devant refaire le geste un peu plus tard, avec la MG, il soulève la main, puis renonce, essaie de faire le geste de la MD. Quelques instants plus tard, il réussit le geste.
- "Salut fasciste" : échec partiel avec la MD : le coude est fléchi, le bord radial de la main repose sur le front.
- "Serment" : réussite pour les 2 mains.
- "Pied de nez" : réussite avec la MD.
- "Signe de croix" : échec complet pour la MG : il ne bouge pas la main et essaie de faire le geste avec la MD. Avec la MD, il est imprécis : il frappe 2 fois du côté gauche, et une fois au centre de la croix.
- "Il est fou" : réussite pour la MD, échec avec la MG : il ne bouge pas la main, puis fait le "zéro" ; échec également sur imitation visuelle, amélioration très partielle sur présentation kinesthésique. Pour la même consigne, un peu plus tard, il échoue à nouveau avec la MG ; il hésite, porte la main à son nez, puis à sa bouche. Echec sur imitation visuelle : il se frotte le front.
- "Le zéro" : réussite avec la MD, avec la MG, réussite, mais après avoir montré le pouce gauche et fait le "zéro" avec la MD.
- "Comme ça" : réussite pour les 2 mains.
- "Il est saoul" : échec de la MD même sur imitation visuelle : il refait avec la MD les 2 gestes qui ont précédé ("boire un coup" et "mauvaise odeur").

Gestes expressifs :

- "Hésiter" : échec la MD ; il fait mine de se gratter l'oreille avec la MD (geste précédent) montre le pouce, puis renonce. Réussite sur imitation visuelle.
- "Mauvaise odeur" : Réussite avec la MD.
- "Geste de menace" : Réussite avec la MD, échec avec la MG : il refait le geste avec la MD, puis montre le pouce de la MG, puis renonce.
- "Montrer le poing" : réussite avec la MD, le bord cubital de la main est en avant.
- "Se tromper" : échec avec la MD, il écarte le bras et lève le pouce réussite sur imitation visuelle.

Gestes descriptifs :

- "Se gratter l'oreille" : réussite avec la MD.
- "Regarder au loin" : maladresse avec la MD ; la main est posée à plat sur le front. Réussite sur imitation visuelle. Réussite avec la MG.

- . "Boire un coup" : réussite avec la MD. Echec avec la MG : la main ne bougé pas. Amélioration sur imitation visuelle : après une latence de 10 secondes, il lève la main, met le pouce et l'index sur les lèvres et réussit le geste, mais il ne maintient l'attitude qu'une ou 2 secondes.
- . "Geste d'appel" : réussite avec la MD, échec avec la MG : il lève la main, ferme son poing, l'ouvre, montre le geste de "un petit peu" qu'il a réalisé quelques instants auparavant. Il fait en même temps le geste correct avec la MD. Echec sur imitation visuelle : il montre le pouce et l'agite.
- . "Un tout petit peu" : réussite des 2 mains.
- . "Manger" : Réussite avec la MD. Echec avec la MG qui reste immobile.

Description de maniement d'objets :

- . "Se peigner" : réussite avec la MD.
- . "Jouer du violon" : échec avec la MD, amélioration limitée sur imitation visuelle.
- . "Jouer du piano" : réussite.
- . "Jouer de la trompette, du clairon" : il porte la MD à sa bouche et ébauche un geste vague avec les doigts.
- . "Jouer de l'accordéon" : geste malhabile : il pianote avec la MD et ébauche le geste d'écartier le soufflet avec la MG.
- . "Enlever son chapeau" : échec avec la MD : il fait un salut de la main puis la porte à l'oreille. Amélioration partielle sur imitation visuelle ; il met la main sur le front, puis l'ôte. Echec avec la MG : il fait mine de regarder au loin (avant dernier geste effectué) puis il passe la main sur la tête. Aucune amélioration sur imitation visuelle.
- . "Enlever les miettes de la table" ; "Enlever la poussière des vêtements" ; "Porter la main à son portefeuille" : échec avec la MD.
- . "Couper la viande" : geste très approximatif avec la MD.
- . "Tirer au fusil" : Echec.
- . "Tirer au pistolet" : geste bien meilleur mais approximatif avec la MD.
- . "Le boxeur" : Geste amorphe, meilleur avec la MG.

L'asymétrie entre les performances de la MD et de la MG est plus nette lors de l'examen de mars 1979, où l'on note 53% de réussites avec la MD (16 gestes sur 30) et seulement 30% avec la MG (8/27).

Les erreurs sont très voisines de celles commises lors de l'examen de janvier.

Si le sujet n'a pas de consigne particulière, il utilise spontanément la MD. Les erreurs de la MG correspondent généralement soit à une absence de mouvement, soit à un geste amorphe, la consigne est alors souvent réalisée par la MD, soit à une persévération d'un geste effectué peu auparavant. Les gestes sont peu améliorés sur présentation visuelle. Tous les gestes requérant une participation bi-manuelle sont mal coordonnés.

Par contre, les consignes verbales impliquant la motricité axiale et proximale sont correctement réalisées par les 2 mains : ainsi, mettre le bras tendu à l'horizontale, à la verticale, droit devant ; se lever, tourner sur soi d'un demi-tour, s'asseoir. En outre, la reconnaissance verbale de gestes et mimiques réalisés par l'examineur est parfaite.

Une apraxie idéatoire bilatérale est également notée : le taux de réussite de la MD est de 50% (5/10), celui de la MG de 33% (2/6).

Lors de l'examen de janvier 1979 :

- . "Pipe" : échec pour les 2 mains ; il nomme l'objet, le prend avec la MD, le tient comme une cuillère. La 2ème fois, il ne sait pas très bien... il n'a jamais fumé... Il la porte à la bouche comme une cuillère, puis la repose avec la MG.
- . "Peigne" : geste approximatif pour les 2 mains : sur consigne d'utilisation avec la MG, il le prend avec la MD. Avec la MG, il le retourne dans la main. Dans les 2 cas, il frotte le peigne sur le front.
- . "Clef" : réussite avec la MD. Echec avec la MG : il la tient mal et ne s'aide pas de l'autre main pour la replacer correctement.
- . "Blaireau" : réussite pour les 2 mains, mais est plus précis avec la MD.
- . "Tampon encreur" : il le prend spontanément de la MG, lève le bras à plusieurs reprises puis il est intriqué par le geste du "blaireau", échec. Il est un peu meilleur avec la MD.
- . "Briquet" : il le prend avec la MG, puis réussit à l'utiliser. Un peu moins bon avec la MD : il le tient d'abord en sens inverse, puis le redresse et réussit.
- . "Clochette" ; "tournevis" ; "cuillère" : réussite avec la MD.
- . "Brosse à chaussure" : Geste très approximatif avec la MD.

Pour les gestes bimanuels, c'est essentiellement la MG qui travaille et initie les gestes :

- . "Mettre la lettre dans l'enveloppe" : réussite partielle : il tient le papier et l'enveloppe dans le même main, lâche l'enveloppe, plie très mal le papier en le froissant. Difficultés pour cacheter l'enveloppe, et surtout pour mettre la lettre dans la boîte, même sur imitation visuelle (échec des 2 mains).
- . "Allumer la bougie" : échec ; il tient la bougie de la MG, tout en prenant l'allumette qu'il frotte, de la MD sur la bougie. Répétition sur imitation visuelle. Bien qu'il comprenne la consigne et qu'il puisse décrire verbalement les étapes, il ne sait pas utiliser la boîte d'allumettes.
- . "Cartes à jouer" : échec ; il est incapable de les battre ; il en fait 2 tas avec la MG, qu'il rassemble en un, puis les distribue. Echec sur imitation visuelle. Grosses difficultés pour les distribuer : il les prend une à une avec la MG à partir du tas posé sur la table. Même sur nouvelle incitation verbale, il n'utilise que la MG pour ce test.
- . "Enfiler des gants" : réussite avec la MG ; avec la MD, il retourne le gant en tous sens, parvient à le mettre, mais à l'envers (pouce à la place du 5ème). Echec total si on lui présente le gant à l'envers.
- . "Noeud de cravate" : manipule uniquement avec la MG, la MD restant immobile ; il parvient presque à faire le noeud.
- . "Lunettes" : réussite avec la MG. Très maladroit avec la MD : il est obligé de s'aider de la MG. Il enlève bien les lunettes avec la MD puis remet les siennes avec la MG.
- . "Dé à coudre" : il l'enfile sur le 3ème doigt de la MD et sur le 5ème de la MG.
- . "Gommer un trait" : réussite avec la MD.
- . "Tenir un crayon" : échec de la MD ; il le tient à plat, sous la main, entre le pouce et l'index. Réussite avec la MG.
- . "Attraper une balle lancée" : habile de la MG ; échoue de la MD du fait de sa lenteur.

Les performances ont peu varié en mars 1979 : les gestes sont préférentiellement réalisés par la MG.

Il n'y a pas d'apraxie buccofaciale ni de l'habillement.

L'apraxie constructive est nette :

Il est incapable de copier le cube, de dessiner une bicyclette. Par contre, il ébauche ce dernier dessin lorsqu'on lui demande de dessiner une marguerite.

. Gnosies :

Il n'existe pas de négligence spatiale unilatérale massive ; le test des traits à barrer est normalement réalisé et il place correctement le centre d'un cercle ou d'une droite. Cependant, un certain "oubli" de l'hémispace droit se manifeste lorsqu'il doit écrire ; il n'utilise alors que la partie gauche de la feuille ; de même, à la lecture, il "saute" parfois le mot de droite.

L'orientation topographique est bien préservée, dans les lieux réels et sur la carte de France.

Il existe une indistinction droite-gauche massive, qui persiste en mars 1979 et une autotopoagnosie : l'étude magnéto-scopique montre un taux de réussite pour la désignation des parties du corps de 50% (13 items sur 27). Seulement 4 des 14 erreurs sont imputables à une indistinction droite-gauche :

. Désignation MD observateur	: réussite.
. " " " "	: réussite.
. " oreille G sujet	: réussite (oreille D)
. " poignet D sujet	: réussite.
. " pouce G sujet	: réussite (montre toute la main puis le pouce).
. " oeil D sujet	: échec (oeil gauche)
. " oreille G sujet	: échec (oreille D)
. " épaule D sujet	: échec (oreille D, puis main G).
. " coude D sujet	: échec (MD).
. " joue G, les dents, le nez, menton, estomac	: réussite.
. Taper avec le coude sur la table	: échec (tape avec le poing D) puis réussit.
. Désignation avec la MG	: échec (tape avec MD).
. Mettre le coude sur la table	: échec ; met la MD sur la table, puis plie son genou G. Echec sur imitation visuelle.
. Montrer la MD	: échec : tend l'index D, puis montre la MD mais sans la regarder.

- . Monter le pouce de la MG : réussite.
- . " le petit doigt de la MG : échec, pose sa MG sur la table, regarde sa MD, compte les doigts puis s'arrête.
- . Compter les doigts de la MD et de la MG : réussite.
- . Montrer la tempe : montre la joue, puis la commissure labiale et enfin le menton.
- . " le genou : échec, plie l'avant-bras.
- . " le pied sur la table : touche sa jambe avec la MD mais ne parvient pas à exécuter l'objet.
- . " la nuque, le sourcil : réussite.
- . " la lèvre supérieure : montre la lèvre inférieure puis réussit.

En mars, on note une amélioration partielle, avec une réussite dans 62% des épreuves (8/13).

La désignation des parties du corps sur un schéma est bonne (une erreur sur 8).

Un certain degré d'agnosie digitale est également présent, mais de façon discrète. En situation de désignation sur ses propres mains, le sujet ne commet aucune erreur s'il peut les voir. Par contre, il se trompe 3 fois sur 7, sur sa MD uniquement, lorsqu'il ne voit pas sa main. Sur l'examineur, il ne commet qu'une erreur sur 5.

Sur un schéma de MG, qu'il reconnaît bien comme telle, il commet 2 erreurs sur 6. Lorsqu'il doit désigner sur ce schéma, le doigt qu'on vient de lui toucher, il commet une erreur sur 5 s'il ne voit pas sa main stimulée, et il ne se trompe pas s'il garde les yeux ouverts.

Les objets, les images emblématiques ou figuratives, les visages sont bien reconnus. Il reconnaît les 4 objets du test de Poppelreuter. Les images complexes sont assez bien explorées. La lecture de l'heure est relativement bonne.

Il existe des difficultés de dénomination des couleurs, portant sur les nuances mais qui, selon le patient, sont anciennes : l'orange et le rose sont appelés rouge, le mauve est nommé violet, ainsi que le bleu vif.

Le test d'appariement des brins de laine est néanmoins correctement réalisé, bien qu'après un temps assez long. Le test d'Ishibara est normal.

. Vision :

Le champ visuel est normal par confrontation et au périmètre de Goldman (18 mai 1979), ne montrant qu'un rétrécissement concentrique du champ de l'oeil droit, normal pour cet oeil aphake. La périmétrie statique avec l'appareil de Harms est normale au niveau des 2 hémichamps de l'oeil gauche.

Les capacités perceptives du champ droit semblent normales : les objets présentés en vision périphérique sont parfaitement reconnus (il n'y a pas en particulier d'anomie dans le champ gauche) ; il en est de même pour les couleurs, sauf parfois lorsque plusieurs sont présentées simultanément. Il n'y a pas de négligence visuelle nette, ni d'extinction en situation de compétition entre les 2 champs.

L'appréciation de la distance séparant un objet du sujet est à peu près correcte dans les 2 champs ; tout au plus peut-on noter une discrète tendance à minimiser de 20 à 30 cm cette distance, dans le champ droit (pour des distances de 60cm à 1m). Il reconnaît parfaitement si 2 lignes présentées simultanément chacune dans un hémichamp, sont parallèles ou non, symétriques ou non.

. Oculomotricité :

Elle est normale sur le plan clinique. Le NOK est présent et symétrique. Le réflexe de clignement à la menace s'épuise très rapidement à moins d'utiliser le bras du patient comme stimulus.

. Test d'écoute dichotique :

En janvier 1979, il existe une extinction de l'oreille G, manifeste, qui a disparu lors de l'examen de mars 1979.

- Ataxie optique :

La topographie lésionnelle et les plaintes du sujet qui dit "rater" les objets avec sa MD, ont conduit à rechercher une ataxie optique, présente dans le champ droit, essentiellement pour la MD, et à un moindre degré pour la MG. Elle n'est présente qu'en vision périphérique.

Les gestes de la MD sont lents pour saisir les objets ; ils ne retrouvent une vitesse et une précision bonnes que pour saisir le propre pouce G du sujet.

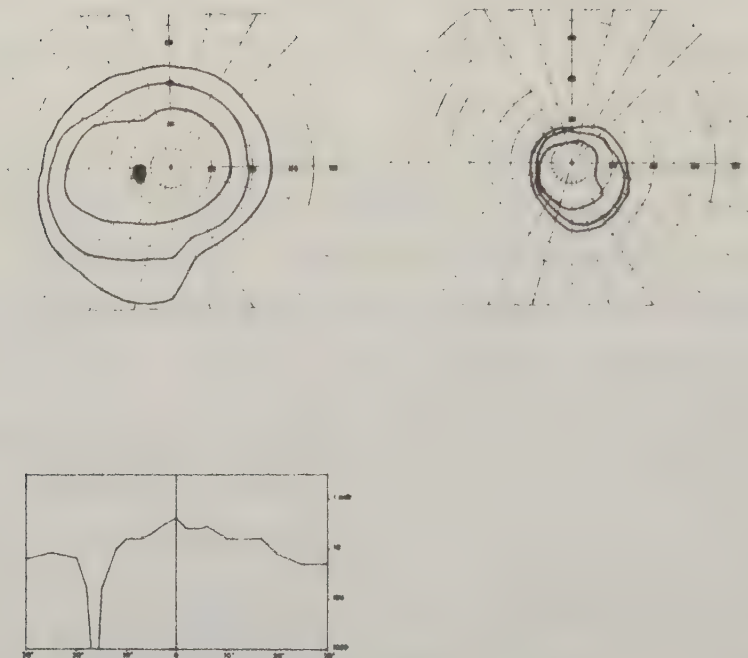
Pour apprécier les possibilités de "saisie" de cibles plus lointaines, nous avons demandé au sujet de faire coïncider 2 faisceaux lumineux d'ophtalmoscope, l'un tenu par l'examineur, l'autre par le sujet, sur un mur distant de 1,5m, et ceci, en vision fovéale ou périphérique. Il réussit très bien avec la MG (en étant moins rapide dans le champ droit) mais est très perturbé avec la MD ; il a alors tendance à guider cette main avec la MG.

- Evolution :

Le patient a été revu en août 1979, date à laquelle l'enregistrement cinématographique a été réalisé et les données psychophysiques recueillies. Les difficultés sont inchangées sur le plan de la coordination visuomotrice. Par contre, l'indistinction droite gauche et l'agraphie se sont amendées permettant la reprise d'une activité sociale normale.

Résumé :

Homme de 53 ans qui a présenté dans les suites d'un accident vasculaire cérébral lié à une oblitération de l'artère cérébrale antérieure gauche, des troubles du langage et une séméiologie calleuse (anomie de la MG - extinction gauche au test dichotique) rapidement regressifs. Il persiste d'une part une ataxie optique dans le champ droit prédominante pour la MD, d'autre part un syndrome de Gerstmann, une autotopoagnosie, une apraxie idéomotrice bilatérale à prédominance gauche, et une apraxie idéatoire. Il existe en outre une hémiaspontanéité motrice du MSD. La scanographie montre un ramollissement paramédian gauche et pariétal postérieur gauche.



Champ visuel de Red. (observation N° 4).

En haut : au périmètre de Goldman, on note un rétrécissement concentrique du champ de l'oeil droit, aphake.

En bas : en périmètre de profil (appareil de Harms), la courbe est normale au niveau des 2 hémichamps de l'oeil gauche (du moins jusqu'à 30° d'excentricité). Le seuil, minimum au niveau de la fovéa (pic à 0°), augmente de manière progressive avec l'excentricité, dans les 2 champs, ne ménageant qu'une zone étroite aux environs de 15° correspondant à la tache aveugle.

OBSERVATION N° 5

Monsieur VIL... André, 42 ans, sans antécédents particuliers, est hospitalisé le 27 mars 1979 dans le service du Professeur LECUIRE, pour un coma brutal, avec hémiparésie droite, survenu quelques heures après une intervention chirurgicale pour rhinoplastie, qui s'était déroulée sans incident.

- L'artériographie carotidienne gauche montre une dissection à 3cm en aval de la bifurcation, sur la carotide interne par ailleurs sténosée au niveau du siphon ; le territoire sylvien gauche est le siège d'une pluie d'embols.

L'état neurologique s'améliore progressivement sur une période de 1 mois, ne laissant persister que des troubles modérés du langage et une gêne motrice du membre supérieur droit liée à une périarthrite scapulo-humérale et à une ataxie optique.

- Une première scanographie (26 avril 1979) montre un aspect hypodense dans la région pariétale gauche, séquentielle de l'accident ischémique, et une dilatation des ventricules latéraux.

- Une nouvelle angiographie carotidienne retrouve la dissection de la carotide interne mais montre également un anévrysme dans sa position intra caverneuse, pour lequel aucune indication opératoire n'est posée.

Le patient est à nouveau hospitalisé le 23 mai pour aggravation de l'état neurologique et phlébite du M.I.G. Une cavographie met en évidence une thrombose de la VCI sous rénale pour laquelle est réalisée une ligature de la VCI par clip. L'amélioration clinique est rapide, sous héparinothérapie. Aucun trouble de la crase sanguine n'a pu être trouvé.

- Une deuxième scanographie (30 août 1979) confirme les images précédentes qui apparaissent plus nettement : plages d'hypodensité réparties dans l'ensemble du territoire sylvien gauche. La plus volumineuse est une cicatrice rétractile de la région pariétale postérieure et supérieure qui attire le ventricule latéral gauche, plus dilaté que le droit (figure 7).

L'examen des performances de ce patient a été réalisé entre août et septembre 1979. L'état général est alors bon, mais le patient présente des manifestations fonctionnelles variées, essentiellement des vertiges lipothymiques sur un fond dépressif.

- Examen neurologique :

Il s'agit d'un sujet strictement droitier dont l'oeil directeur est l'oeil droit.

La vigilance et la coopération sont bonnes. L'orientation temporo spatiale est globalement conservée, mais il existe quelques difficultés d'évocation des dates (année en cours : 1959... 69... 79). Il n'y a pas de détérioration mnésique importante et le nombre d'empan verbal est de 5.

L'expression, la compréhension orale, ainsi que la lecture sont normales.

L'agraphie est par contre certaine : s'il écrit correctement des lettres isolées et certains mots courts (mono ou disyllabiques), il échoue pour écrire une phrase comme "il fait beau". Il réussit à écrire son nom en lettres capitales après l'avoir épelé. Il commet souvent des erreurs pour épeler les mots (crayon : C.H.Y.O. N.). L'écriture n'est pas améliorée par l'emploi de lettres séparées.

La lecture des nombres est aléatoire au delà de 4 chiffres, et l'écriture est perturbée pour les nombres de plus de 3 chiffres.

Il semble qu'une acalculie puisse être retenue : il commet 5 erreurs sur 16 opérations simples de calcul mental.

. Motricité - tonus :

On ne retient aucun déficit segmentaire de la force musculaire hormis une pince pouce-index discrètement plus faible à droite. Les mouvements d'habileté manuelle sont moins rapides au niveau de la MD (pianotage, marionnettes, froissage de papier). Cette très discrète asymétrie est également notée au test de pianotage rapide des doigts. Le temps moyen pour la MG est de 223ms et pour la MD de 251 ms (Dr. Michel).

Il existe par ailleurs une sous-utilisation motrice du MSD ; la plupart du temps il saisit les objets avec la MG.

. Sensibilité :

Un examen minutieux révèle de très minimes anomalies ne siégeant qu'au niveau de la main droite : élargissement des cercles de Weber, altération du sens positionnel des doigts, extinction sensitive de la MD avec troubles de la graphesthésie à ce niveau.

Par comparaison, avec la MG qui reconnaît tous les objets, on peut retenir une astéréognosie modérée de la MD, pour les objets usuels (5 erreurs sur 17) et pour les formes géométriques tri-dimensionnelles (5 erreurs sur 9).

Par contre, la pallesthésie et la sensibilité thermoalgésique sont tout à fait normales.

. Praxies :

Il existe une apraxie idéomotrice bilatérale (enregistrement magnétoscopique). Le taux de réussite est de 44% pour la MD (14 épreuves sur 32) et de 37% pour la MG (7/19). Sur imitation visuelle, les performances sont identiques pour la MD (44%), mais nettement améliorées pour la MG (5 épreuves réussies sur 8 : 63%).

Symbolique conventionnelle :

- . "Salut militaire" : réussite pour les 2 mains.
- . "Attention" : échec. Pour la MD, il hésite longtemps puis ébauche un geste amorphe. Echec également avec la MG, qu'il porte à la bouche. Echec pour la MG en imitation kinesthésique : il montre le pouce, puis réalise plusieurs mouvements incohérents.
- . "Pied de Nez" : échec partiel avec la MD : il se touche le front, ébauche le salut militaire, hésite, touche son nez, puis réalise le geste avec la MD seule. Réussite avec la MG.
- . "Serment" : échec partiel avec la MD : il se touche le front, hésite puis met la main en l'air, paume en avant, coude fléchi. Geste identique pour la MG, coude fléchi. Amélioration pour la MG seulement sur imitation visuelle.

- . "Signe de croix" : réussite avec la MD. Echec pour la MG : il inverse la D et la G. Réussite sur imitation visuelle.
- . "Il est fou" : geste très approximatif de la MD, rappelant le salut militaire. MG : geste imprécis. Pas d'amélioration sur imitation visuelle pour la MG ; il met le pouce sur la tempe.
- . "Il est saoul" : échec des 2 mains. Pour la MG on note une persévération du geste précédent (être fou).
- . "Auto-stop" : échec avec la MD : fait plusieurs mouvements d'adduction du bras.
- . "Geste d'adieu" : échec pour la MD : il exécute le geste précédent puis tourne le bras en l'air.

Gestes expressifs :

- . "Menace" : geste approximatif de la MD. Echec complet pour la MG : il fait plusieurs gestes hésitants, non adaptés. Réussite sur imitation visuelle pour les 2 mains.
- . "Mauvaise odeur" : Réussite pour les 2 mains.
- . "Supplier" : Réussite avec la MD après de longues hésitations.
- . "Avoir froid" : geste approximatif pour la MD, même sur imitation visuelle.
- . "Avoir peur" : hésite, puis fait le geste de "supplier". Réussite pour la MD sur imitation visuelle.

Gestes descriptifs :

- . "Friser la moustache" : réussite pour les 2 mains.
- . "Se gratter le nez" : réussite pour les 2 mains.
- . "Fumer" : geste très approximatif de la MD : il fait comme s'il tenait un mégot. Echec pour la MG. Amélioration partielle pour la MD sur imitation visuelle.
- . "Se peigner" : réussite avec la MD. Avec la MG il pianote sur son front puis réussit.
- . "Manger" : échec pour la MD : il porte bien la main à la bouche, mais le geste est amorphe. Amélioré sur imitation visuelle.
- . "Tourner une clé" : réussite avec la MD. Echec avec la MG, il refait le geste avec la MD.
- . "Couper avec des ciseaux" : échec pour la MD : il fait le geste de "tailler un crayon" puis de "tourner la clé". Geste approximatif pour la MG. Peu d'amélioration sur imitation visuelle.
- . "Planter un clou" : réussite pour la MD. Avec la MG, se manifeste un conflit entre les 2 mains puis il réussit le geste de la MG.
- . "Tailler un crayon" : réussite pour la MD : il mime l'utilisation d'un taille crayon. Difficulté pour faire le geste avec la MG : il tend à utiliser à nouveau la MD.

- . "Allumer une allumette" : réussite pour la MD. Cependant, sur imitation visuelle, le geste est contaminé par le geste précédent et se manifeste un conflit entre les 2 mains.
- . "Moudre du café" : échec pour la MD : il tourne bien le bras mais dans le sens vertical, puis horizontal à l'envers.
- . "Jouer du violon" : geste hésitant et mal adapté de la MD.
- . "Jouer de la flûte" : réussite de la MD.
- . "Scier du bois" : il utilise toujours la MD pour réaliser le geste. Cependant, après plusieurs sollicitations il réalise le geste avec la MG.

Imitation de mouvements sans sens :

- . "accollement des doigts" ; "zéro" : réussite avec la MD.
- . "cornes" : échec pour les 2 mains.

En l'absence de consigne particulière, le sujet utilise en premier lieu la MD. Les mouvements bi-manuels sont souvent mal coordonnés, les 2 mains se gênent plus qu'elles ne coopèrent. On note assez souvent, comme type d'erreurs une persévération d'un geste antérieurement réalisé.

La reconnaissance des gestes effectués par l'examineur est cependant bonne, puisqu'il ne commet que 3 erreurs sur 29.

Un certain degré d'apraxie idéatoire bilatérale peut également être retenue, le sujet ne réalisant parfaitement que 71% des gestes (10 sur 14) :

- . "Couper avec des ciseaux" : échec partiel ; il met les ciseaux dans le mauvais sens en inversant la position du pouce et de l'index dans les 2 anneaux. Il hésite longtemps, puis corrige et coupe le papier.
- . "Mettre une lettre dans une enveloppe" : il hésite longtemps, puis exécute la consigne.
- . "Clé" ; "clou" ; "brosse à dents" : réussite.
- . "Allumer la bougie" : échec au 1er essai du fait de sa lenteur : il allume l'allumette mais n'a pas le temps d'enflammer la mèche. Réussite au 2ème essai.
- . "Gommer" ; "boire à la tasse, au verre" : réussite mais gestes lents.
- . "Cartes à jouer" : réussite ; certaine maladresse pour les mélanger.

- . *"Tire bouchon" ; "fourchette, couteau" : réussite.*
- . *"Cravatte" : échec à plusieurs reprises. C'est surtout la MG qui est mobilisée.*
- . *"Lunettes" : réussite de la MG.*
- . *"Enfiler des gants" : geste lent, bien commencé mais ne parvient pas jusqu'au bout.*

Les gestes sont souvent initiés de la MG : ainsi, pour écrire, il prend le crayon avec la MG et le place ensuite dans la MD.

Il n'y a pas d'apraxie bucco-faciale, d'apraxie de l'habillage, ni d'apraxie constructive : les formes géométriques simples, le cube, la maison, la bicyclette sont normalement dessinés ; on note simplement un aspect "tremblé" des traits avec la MD.

. Gnosies :

Il n'y a pas de négligence spatiale au test des traits à barrer, au dessin de la marguerite, lors de la lecture de l'heure.

L'orientation topographique n'est pas altérée. La description d'itinéraires est exacte bien que parfois laborieuse, et le dessin du plan de la pièce est correct.

La distinction droite gauche est bonne sur le sujet et même sur l'observateur qui lui fait face, puisque dans cette dernière situation il ne commet que 2 erreurs sur 6.

On peut retenir une discrète agnosie digitale : la dénomination des doigts est bonne, avec ou sans vision de la main, mais il commet 4 erreurs sur 9 dans la désignation sur le schéma de la main, du doigt que l'on vient de lui toucher, alors qu'il a les yeux fermés.

Il n'y a pas d'autotopoagnosie.

Les objets, images figuratives et emblématiques, et les visages sont reconnus. Au test de Poppelreuter, il reconnaît les 4 objets.

La reconnaissance des couleurs est bonne, ainsi que l'épreuve d'appariement des brins de laine, dans laquelle il "oublie", initialement les brins situés à droite. En outre, seule la MG est utilisée.

. Vision :

Le champ visuel est normal par confrontation et au périmètre de Harms (116° 1000 abs, ainsi qu'en périmètre statique).

La perception visuelle est bonne dans les 2 champs, aussi bien pour les objets que pour les couleurs. Il n'y a pas d'extinction visuelle et le patient peut dénombrer tous les doigts présentés simultanément des 2 côtés ; il voit cependant en premier le stimulus gauche.

La position respective des objets est bien appréciée dans les 2 champs.

. Oculomotricité :

Elle est normale aux 3 modes. Le NOK est symétrique. Le clignement à la menace est présent et symétrique.

- Ataxie optique :

La gêne fonctionnelle du MSD est en relation avec une ataxie optique de la MD dans le champ droit. Celle-ci n'est présente qu'en vision périphérique.

Le mouvement de la MD est lent, il est nettement plus rapide lorsque cette main doit saisir le pouce de la MG du sujet.

- Evolution :

Les performances du MSD sont sensiblement stationnaires 6 mois après l'épisode initial, malgré la disparition de la périarthrite de l'épaule.

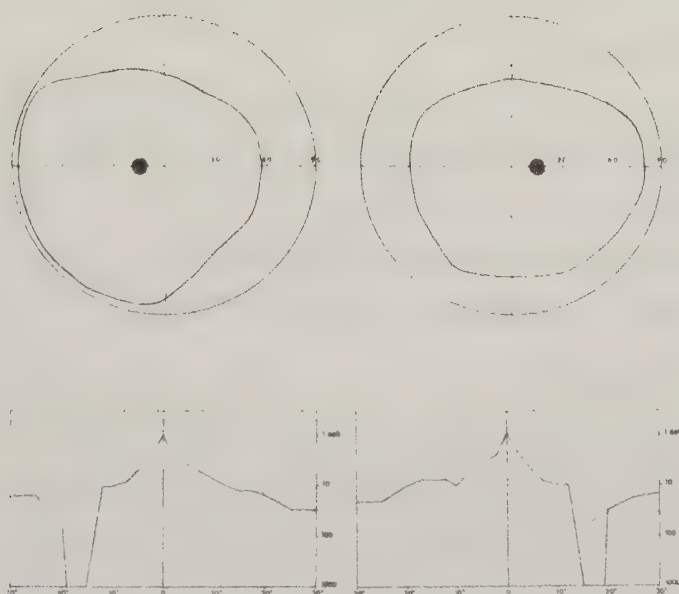
Résumé :

Homme de 42 ans qui a présenté un ramollissement sylvien gauche dans les suites d'une intervention chirurgicale. Les séquelles sont représentées par :

- une ataxie optique de la MD dans le champ droit, en vision périphérique.

- une agraphie, une acalculie.
- une apraxie idéomotrice bilatérale et idéatoire.
- une aspontanéité du MSD.

La scanographie montre essentiellement une zone hypodense pariétale postérieure gauche.



Champ visuel de Vil. (Obs. N° 5) mesuré avec l'appareil de Harms.

En haut : Le champ est normal avec un stimulus de taille et d'intensité maximum (116', 1000 asb.).

En bas : La périmétrie de profil pour le méridien horizontal est également normale, jusqu'à 30° d'excentricité.

B - LESIONS DROITES

OBSERVATION N° 6

Madame BAU... Catherine, 54 ans, droitière, est hospitalisée le 8 janvier 1976 dans le service du Professeur SCHOTT pour syndrome méningé d'apparition brutale.

- Parmi les antécédents, on peut noter de fréquentes céphalées rétro-orbitaires, bilatérales, non typiquement migraineuses, mais avec des antécédents familiaux de migraine (mère et soeur). On peut également retenir une intervention en 1971 pour nodule froid thyroïdien sans signes histologiques de malignité.

- Histoire clinique actuelle :

Le tableau actuel a été précédé, pendant les 3 derniers mois d'épisodes de paresthésies de l'hémicorps gauche, accompagnées de maladresse passagère du bras et de la jambe gauche.

Le 8 janvier 1976, apparition de céphalées violentes correspondant à un tableau typique d'hémorragie méningée. On peut alors noter à l'examen une hémiparésie gauche, avec signe de Babinski bilatéral, une hypoesthésie modérée avec extinction sensitive du côté gauche et des troubles du schéma corporel : la malade a l'impression d'avoir perdu son bras et sa jambe gauche, ce qui l'oblige à mettre sa main dans son dos pour être sûre de la retrouver. Il n'y a pas d'hallucinations somesthésiques, par contre, des métamorphosies très riches comportant à la fois des illusions visuelles (la lampe au plafond devient lampe de chevet) et des hallucinations (danseuses espagnoles colorées, danseurs noirs, animaux), bien critiquées, disparaissant généralement à l'occlusion des yeux, vont survenir pendant près d'une semaine.

L'artériographie carotidienne ne montre pas de malformation vasculaire mais une zone avasculaire correspondant à une lésion fixant tardivement à la scintigraphie cérébrale dans la région pariétale postérieure et supérieure droite (figure 7).

Le diagnostic probable est celui de ramollissement hémorragique ou d'hématome rompu à la convexité.

L'évolution se fait vers la regression en 3 semaines de l'hémi-parésie et du syndrome onirique, et l'atténuation des troubles somatognosiques. Cependant la malade se plaint encore d'un bras "fou" et d'une jambe "folle".

Notre étude chez cette malade commence un mois après l'épisode initial.

- Examen neurologique :

La malade n'est pas confuse, et ne présente aucun trouble du langage, de l'écriture, de la lecture et du calcul.

. Motricité-tonus :

La force musculaire est normale, en dehors d'une parésie faciale gauche à la mimique. Les reflexes ostéotendineux sont plus vifs du côté gauche.

Les mouvements d'habileté manuelle sont ralentis de façon bilatérale mais surtout à gauche (pianotage...).

Il existe un élément d'hémiaspontanéité motrice du bras gauche, qui reste collé au corps, à la marche.

Le membre supérieur gauche est hypotone, avec chute de l'épaule, et on peut noter des syncinésies d'imitation main gauche-pied gauche, pied gauche-pied droit, lors des mouvements de flexion-extension de la main, et des syncinésies main gauche-main droite, main droite-main gauche, lors des mouvements de flexion des doigts.

. Sensibilité :

La sensibilité thermoalgique est conservée ainsi que le tact (égalité des cercles de Weber), et il n'y a pas d'extinction sensitive. Il existe cependant, une diminution du sens palles-thésique et du sens arthrokinétique du côté gauche : si les positions segmentaires sont bien perçues, on relève quelques erreurs dans l'imitation par la MD de positions données passivement à la MG, et dans l'épreuve du doigt cherché.

La stéréognosie est tout à fait normale, en particulier pour la reconnaissance de formes géométriques bi et tri dimensionnelles, et des lettres en bois.

. Praxies :

Il n'y a aucun élément d'apraxie buccofaciale, ni apraxie idéatoire ou idéomotrice.

On peut simplement noter une apraxie constructive modérée.

. Gnosies :

Il n'y a pas de négligence spatiale unilatérale, en particulier dans le test des traits à barrer.

Bien qu'il n'existe pas de désorientation topographique patente, la malade présente des difficultés à s'orienter sur une carte de France ou sur un plan de Lyon. Le plan de la pièce n'est pas très précis mais la malade se situe correctement.

Il n'y a pas d'agnosie digitale.

Le schéma corporel est préservé. Le sentiment d'absence des membres gauches a disparu, mais la malade est parfois encore surprise de voir sa main à un endroit où elle ne pensait pas qu'elle se trouve, et la reconnaît comme sienne après coup.

Il n'y a pas d'agnosie des objets, des images, des visages. Tous les objets sont reconnus au test de Poppelreuter

La reconnaissance des rythmes est bonne.

. Vision :

Le champ visuel est normal par confrontation. Il l'est également au périmètre de Harms lorsqu'on utilise un stimulus de taille et d'intensité maximum (116', 1000 asb). Cependant, pour les petits isoptères (10', 32 abs), on observe un rétrécissement de l'hémichamp gauche par rapport au droit.

Il semble d'ailleurs que la vision est de moins bonne qualité dans l'hémichamp gauche. La malade voit mal ou pas du tout les couleurs du côté gauche, (alors qu'en vision centrale, la reconnaissance et la dénomination des couleurs est bonne), et il semble exister un certain degré d'inattention dans cet hémichamp : lorsque plusieurs objets sont présentés simultanément dans le champ gauche, le plus éloigné n'est pas perçu (alors qu'isolément chacun est reconnu), ce qui correspond à une extinction en faveur de l'objet le plus proche et le moins latéral.

La position respective de 2 objets dans le champ gauche est bien perçue (il n'y a pas de désorientation visuelle) et il n'y a pas d'extinction visuelle lorsqu'on met le champ gauche en compétition avec le droit.

- Oculomotricité :

La motricité oculaire et le NOK sont cliniquement normaux. Le clignement à la menace est présent, et s'épuise rapidement dans les 2 hémichamps. Il en est de même lorsqu'on le déclenche avec la MD de la malade, déplacée passivement. Par contre, la réponse devient inépuisable lorsqu'elle est déclenchée avec la main gauche.

- Ataxie optique :

Les éléments de l'histoire clinique ainsi que la localisation lésionnelle ont conduit à rechercher une ataxie optique : celle-ci était effectivement présente dans l'hémichamp gauche, massive pour la MG, mais intéressant également la MD. Il est possible qu'elle intéresse également le MIG puisque la malade dit "rater" sa chaussure quand elle veut la mettre.

L'imprécision du mouvement n'est présente qu'en vision périphérique et disparaît en particulier si la malade peut fixer préalablement la cible. La fermeture des yeux pendant le geste de préhension n'entraîne pas de modification sensible des performances.

On peut retenir l'existence d'un trouble visuo-moteur localisé à l'hémichamp gauche. En effet, le discret déficit campimétrique n'a empêché à aucun moment la malade de voir correctement l'objet à saisir. Par ailleurs, le déficit proprioceptif, peut être responsable de l'élévation du nombre d'erreurs de la MG dans l'hémichamp droit, ne peut rendre compte des difficultés beaucoup plus grandes de cette main dans le champ gauche.

- Evolution :

La malade a été revue en août 1978, soit 2 ans et demi après l'épisode initial. Elle présente encore quelques difficultés avec son côté gauche, elle **heurte** les portes, et est gênée par son pied G pour descendre l'escalier. Le repassage est plus aisé (elle se brûlait assez souvent la MG, en tenant le fer de la MD) et elle enfile correctement le fil dans l'aiguille. Par contre, elle éprouve encore quelques difficultés quand elle fait de la pâtisserie.

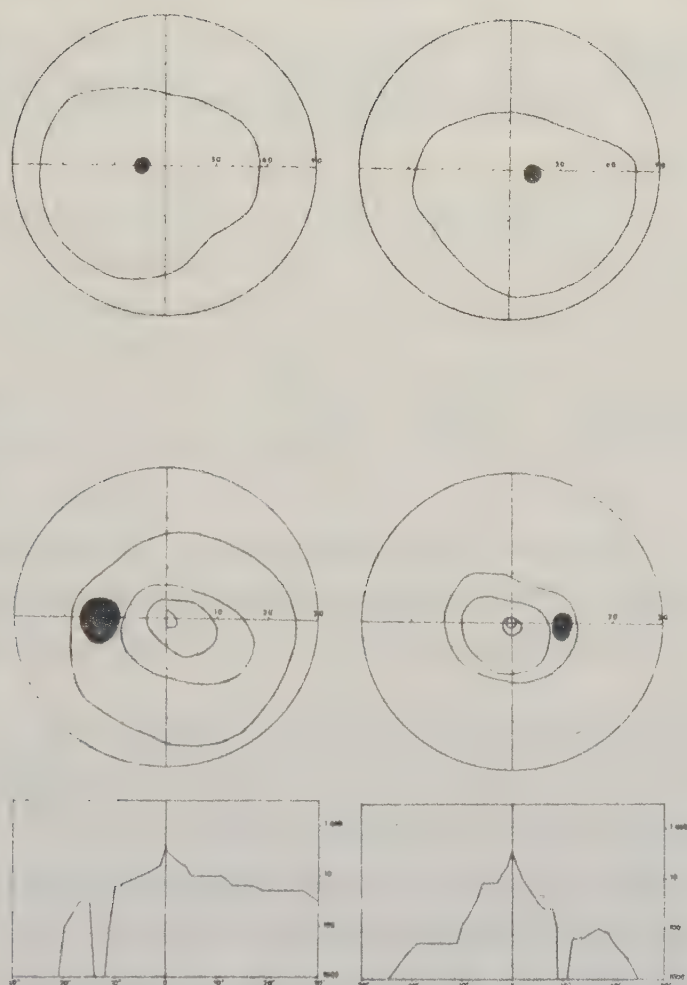
Résumé :

Cette femme de 54 ans a présenté une hémiparésie gauche dans le cadre d'une hémorragie méningée, associée à un trouble du schéma corporel.

Après regression des signes, on peut noter :

- une ataxie optique dans le champ gauche, en vision périphérique, prédominant pour la MG, persistant 2 ans plus tard.

Une certaine aspontanéité motrice du MSG.



Champ visuel de Bau. (obs. N° 6) mesuré avec l'appareil de Harms.
(examen du 10 février 1976).

En haut : le champ visuel est normal pour un stimulus de taille et d'intensité maximum (116', 1000 asb.).

Au milieu : pour de plus petits isoptères, on note un rétrécissement plus marqué pour le champ gauche. Quatre champs sont figurés, pour quatre valeurs d'intensité du stimulus, le plus périphérique correspondant à l'intensité la plus élevée (10', 32 asb. - 10', 10 asb - 10', 6,3 asb. - 10', 3,2 asb.).

En bas : périmétrie de profil pour le méridien horizontal : un déficit est noté dans les 2 champs temporaux.

OBSERVATION N° 7

Madame PON... Jocelyne, 34 ans, droitière, est hospitalisée dans le service du Professeur Schott en raison d'une comitialité évoluant depuis janvier 1975.

Elle a présenté plusieurs crises partielles sensitivo motrices affectant le MSG et le MIG, comprenant des paresthésies initiales à début distal et à marche ascendante, suivies de manifestations cloniques dimidiées, avec parfois généralisation secondaire. L'examen ne note alors qu'une parésie proximale discrète du côté gauche, avec exagération des reflexes ostéotendineux.

L'EEG avec test au Mégimide, et la scintigraphie cérébrale sont normaux ; les artériographies carotidiennes pratiquées en juillet 1975 et en novembre 1975 ne sont pas concluantes. La PL est normale.

Ultérieurement, les crises se modifient quelque peu : il n'y a plus de paresthésies mais une simple sensation d'engourdissement de l'hémicorps gauche accompagnée d'une maladresse des gestes, dont elle est bien consciente, parfois d'un véritable sentiment de non appartenance critique de l'hémicorps gauche, ainsi que des douleurs de l'hypochondre gauche.

L'examen en mai 1977 ne note aucun trouble sensitif et aucun trouble du champ visuel. Les potentiels évoqués somesthésiques montrent une asymétrie avec des ondes moins amples du côté gauche.

La scanographie montre alors une image hypodense du carrefour ventriculaire droit, pour laquelle, compte tenu de l'absence de déficit, aucune indication opératoire n'est retenue.

Les crises sont par la suite relativement bien contrôlées jusqu'en novembre 1978, date à laquelle l'apparition d'une séméiologie d'hypertension intracranienne intermittente, et l'évolution de l'image scanographique orientent définitivement vers une lésion expansive et évolutive.

L'examen clinique est considéré comme normal en mars 1979 ; en particulier il n'y a pas d'ataxie optique.

L'intervention chirurgicale est pratiquée le 20 avril 1979 (Dr. Sindou) :

"dès l'ouverture de la dure-mère, le cerveau fait hernie et la tumeur est visible car elle affleure au cortex dans la région pariétale et à un moindre degré dans la région rolandique. On décide de respecter la région rolandique malgré son infiltration et on enlève l'essentiel de la tumeur siégeant dans la région pariétale par évidement intratumoral".

L'examen histologique extemporané est en faveur d'un astrocytome de grade II.

Les suites opératoires ont été simples sur le plan neurologique mais la malade a dû être opérée à nouveau localement en raison d'une collection suppurée au niveau de la plaie.

Notre examen a été conduit les 29 et 30 mai 1979.

- Examen clinique :

La malade n'accuse spontanément aucune gêne fonctionnelle. Elle est parfaitement lucide et coopérante. Il s'agit d'une droitière stricte qui utilise la MD pour toutes les activités sauf pour tenir le couteau en même temps que la fourchette. L'oeil directeur est l'oeil gauche.

L'orientation temporo spatiale est bonne. La mémoire d'évocation des faits anciens et la mémoire à court terme sont conservées, et le nombre d'empan verbal est de 7.

Il n'y a aucun trouble d'expression ou de compréhension orale ni de la lecture ou de l'écriture. La lecture des nombres est bonne (6 chiffres).

Il existe un certain degré d'acalculie, aussi bien dans le calcul mental où il s'agit essentiellement d'erreurs portant sur les multiplications, que dans le calcul écrit.

. Motricité - tonus :

On ne peut retenir aucun déficit moteur même minime. Il n'y a pas d'aspontanéité du membre supérieur gauche ni de syncinésies.

. Sensibilité :

Elle est conservée à tous les modes, il n'y a pas d'extinction sensitive ni d'astéréognosie, aussi bien pour les objets que pour les formes géométriques bi ou tri dimensionnelles.

. Praxies :

Il n'y a pas d'apraxie idéatoire ou idéomotrice : toutes les consignes sont réalisées sur ordre verbal aussi bien de la MD que de la MG.

On note également l'absence d'apraxie bucco-faciale et d'apraxie de l'habillage.

L'apraxie constructive est, par contre, manifeste : si la patiente peut dessiner les formes géométriques planes, le "bonhomme", et la marguerite, elle est beaucoup plus gênée par les représentations tridimensionnelles. Le cube est très imparfait, et on note un échec dans la copie d'un cube à angles posés, et d'un cube de Necker. Cependant 3 fois sur 4, le cube incomplet est achevé.

Si la patiente peut dessiner une maison, elle échoue à la représentation d'une bicyclette.

. Gnosies :

Il n'y a pas de négligence spatiale unilatérale, au test des traits à barrer et au dessin de la marguerite.

La malade ne présente pas de désorientation topographique mais il existe des troubles de l'orientation sur un plan :

sur la carte de France, Brest est situé à l'intérieur des terres, Marseille est placée dans les Pyrénées ; la Belgique ne peut être située ; la ville de la patiente (La Tour du Pin) est placée à l'Ouest de Lyon, dans le Massif Central. En revanche, les villes de Paris, Lyon, Strasbourg, ainsi que la Méditerranée sont à peu près bien situées.

Le dessin du plan de la pièce est fragmenté, lent, incorrect mais la patiente se situe correctement par rapport à celui-ci.

Il n'y a aucun trouble du schéma corporel, aucune négligence héli-corporelle, pas d'indistinction droite gauche, ni d'agnosie digitale, ni d'autotopoagnosie.

Les objets, les images figuratives ou emblématiques, les couleurs (désignation, évocation, appariement) et les visages sont bien reconnus. La lecture de l'heure est par contre difficile ; la malade confond parfois les 2 aiguilles et apprécie mal leur orientation.

. Vision :

Le champ visuel est normal par confrontation et au périmètre de Harms (10' 32abs), ne montrant qu'un élargissement de la tâche aveugle de l'oeil gauche. Cependant, avec un stimulus d'intensité très faible (10' 10abs) la perception est limitée au champ droit, pour l'oeil gauche, et le stimulus n'est pas perçu par l'oeil droit.

Il existe d'ailleurs des difficultés perceptives discrètes limitées au champ visuel gauche. La présentation simultanée de 2 objets dans le champ gauche donne lieu le plus souvent à "l'extinction" du plus périphérique : la patiente reconnaît la présence de 2 objets mais ne peut nommer que le plus médian (exemple : clé + marteau → clé et quelque chose d'autre).

De la même manière, alors que chaque couleur présentée dans le champ gauche est bien reconnue, la présentation simultanée de 2 couleurs dans ce champ altère cette reconnaissance : après hésitation, toutes les couleurs sont dénommées vert et bleu. Comparativement, les performances dans le champ droit sont tout à fait normales.

Il n'y a pas d'extinction visuelle, si les 2 champs sont mis en compétition.

Il existe également dans ce champ gauche, de discrètes difficultés pour estimer la profondeur, avec conservation de l'estimation des distances dans le plan frontal.

L'évaluation de la distance absolue d'un objet par rapport au sujet est plutôt surévaluée dans le champ gauche de 10 à 15cm (pour des objets situés entre 10 et 50cm du sujet). L'appréciation des longueurs relatives est conservée. Pour comparer la distance, par rapport à elle-même, de 2 objets, placés chacun dans un champ entre 30cm et 1m, la patiente donne une réponse correcte si la différence de l'éloignement de ces 2 objets dépasse 15cm.

Les coordonnées visuelles subjectives sont préservées.

La vision stéréoscopique appréciée au test de la mouche est présente mais semble-t-il imparfaite puisque sur la série progressive des 9 items proposés, seules les 4 premiers sont vus en relief.

. Oculomotricité :

Elle est cliniquement normale aux 3 modes. Le NOK est présent et symétrique.

- Ataxie optique :

La recherche à titre systématique d'une ataxie optique devant la localisation lésionnelle a révélé un trouble sévère de coordination visuomotrice, en vision périphérique exclusivement, dans le champ visuel gauche, pour la MD, mais surtout pour la MG. En vision fovéale, on ne retrouve aucune perturbation et la malade ne se plaint d'ailleurs d'aucune gêne fonctionnelle.

- Evolution :

En juillet 1979, la séméiologie associant un syndrome visuo spatial et une ataxie optique est retrouvée. L'apraxie constructive s'est améliorée : le dessin du cube est possible, mais se fait selon une construction théorique et logique, sans que "la malade le voit". Elle ne peut cependant pas dessiner un cube réel vu en perspective.

Une nouvelle scanographie (5 juillet 1979) montre un aspect hétérogène avec une légère imprégnation en regard du foyer opératoire (figure 7).

Quelques semaines plus tard, aggravation subite avec coma, signes d'engagement temporal droit et décès en 48h le 21 août 1979.

- Examen anatomique (Dr. Kopp, N° 22098)

Macroscopiquement, il existe un oedème cérébral bilatéral avec engagement amygdalien bilatéral, surtout marqué à droite, et un engagement temporal droit. Au niveau pariétal moyen, on trouve une cicatrice opératoire transversale, ocrée, et une consistance ramollie de l'ensemble de la moitié interne du lobe pariétal dans ses deux tiers postérieurs ainsi que de la moitié interne du lobe occipital, (figure 8).

Les coupes vertico frontales montrent un oedème tumoral dès la partie antérieure de l'isthme temporal, où le cortex et la substance blanche de T3 et T4 ne sont plus distincts. La tumeur apparaît dans la fente de Bichat droite et dans l'hippocampe droite, déplaçant vers le haut et en dehors le carrefour ventriculaire. Le noyau tumoral est situé à la jonction pariéto-occipitale profonde, associé à un petit infarctus calcarin inférieur droit.

Le tronc cérébral et le cervelet sont normaux.

Résumé :

Femme de 34 ans qui a présenté après une intervention pour exérèse d'un gliome pariéto occipital droit :

- une ataxie optique, en vision périphérique, dans le champ gauche, essentiellement de la MG.

- un syndrome visuo constructif : apraxie constructive, planotopokinésie.

- des troubles discrets de la perception visuelle dans le champ gauche.

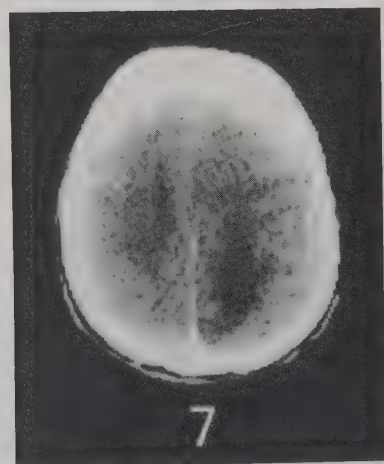
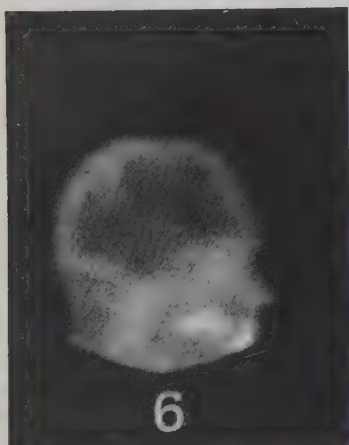
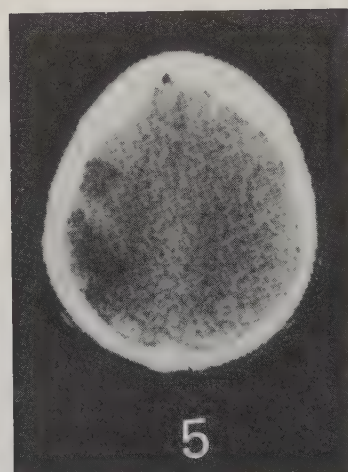
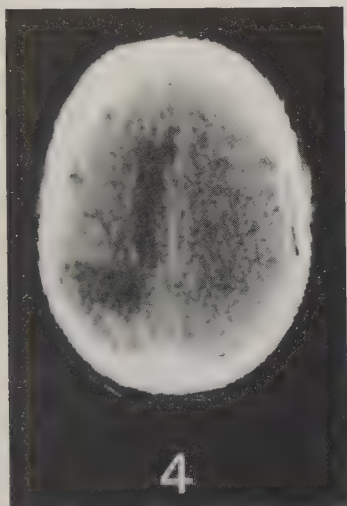
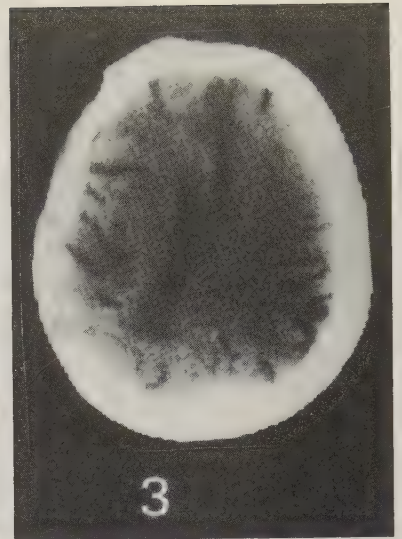
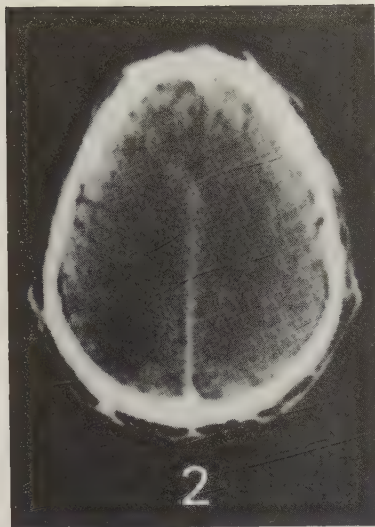
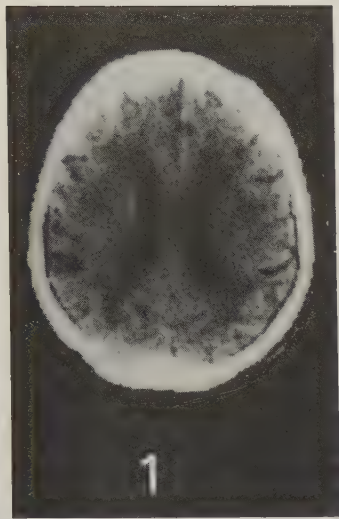


Champ visuel de Pon. (obs. N° 7) mesuré avec l'appareil de Harms.
Le champ est normal même pour un stimulus d'intensité et de taille
relativement faibles (10', 32 asb.). Si le stimulus est d'intensité
très faible (10', 10 asb.), il n'est perçu que dans le champ droit
de l'oeil gauche.

Figure 7

Topographie des lésions chez nos sept patients :

- 1) Rio. atrophie corticale diffuse. Lésions bilatérales hypodenses pariétales postérieures.
- 2) Del. lésion hypodense pariétale postérieure gauche.
- 3) Par. lésion hypodense pariétale gauche, en arrière du ventricule latéral.
- 4) Red. images hypodenses paramédiane et pariétale postérieure gauche.
- 5) Vil. plages d'hypodensités réparties dans l'hémisphère gauche, notamment dans la région rolandique et pariétale postérieure.
- 6) Bau. scintigraphie cérébrale montrant un foyer d'hyper-fixation dans la région pariétale droite postérosupérieure.
- 7) Pon. hypodensité pariéto-occipitale droite.



CHAPITRE VI - METHODES D'EXAMEN

1°) Examen neurologique et neuropsychologique

Un examen neurologique complet a été réalisé chez chaque malade afin de s'assurer que chacun répond aux critères de sélection.

Le bilan neuropsychologique a recherché les éléments associés, propres au syndrome pariétal de chaque hémisphère en particulier :

- négligence spatiale unilatérale, hémiasomatognosie, apraxie constructive et de l'habillage pour les lésions droites.

- syndrome de Gerstmann, autotopoagnosie, apraxie constructive, apraxie idéomotrice et idéatoire pour les lésions gauches. La batterie de gestes est celle utilisée par Hécaen (1978) : gestes de la symbolique conventionnelle, gestes expressifs, gestes descriptifs sur le corps et d'utilisation d'objet (sans objets) pour les praxies idéomotrices, gestes d'utilisation d'objet (avec objet) pour les praxies idéatoires.

2°) Etude des gestes de préhension

Elle a été réalisée au moyen d'enregistrements magnétoscopiques et cinématographiques (films de 16mm. cadence de prises de vues à 48 images par seconde).

Le malade doit saisir l'objet (un gros crayon rouge) d'un geste rapide (balistique), en vision périphérique, et en fixant l'objectif de la caméra. L'objet est présenté une dizaine de fois dans chaque hémichamp pour chacune des 2 mains en commençant par la main et le champ supposés indemnes. On procède ensuite à des présentations bilatérales, symétriques puis asymétriques par rapport au plan médian. Enfin, sont étudiés comme contrôles, les gestes de saisie en vision centrale (objet présenté dans le plan médian, ou objet préalablement fixé du regard), et les gestes de saisie avec les yeux fermés, après repérage de l'objet en vision périphérique.

Les performances sont exprimées en pourcentage de réussites, d'erreurs corrigées, sur indices visuels ou sur indices tactiles (lorsque la direction initiale du mouvement est bonne) et d'échecs (échec complet ou correction tactile après recherche de l'objet "à l'aveugle"), pour chacune des 3 parties, gauche, centrale et droite du champ visuel.

Seules les erreurs "spatiales", lorsque le geste initial de transport de la main aboutit à distance de l'objet, sont prises en compte dans cette quantification.

L'enregistrement cinématographique permet en outre une analyse qualitative de la conduite du geste, de la prédisposition manuelle et digitale, et de l'évaluation de la durée de la phase de transport de la main.

L'étude magnétoscopique permet également de juger de la précision des gestes guidés sur des bases sensorielles autres que visuelles : ainsi en est-il du geste de préhension du propre pouce du patient (indice proprioceptif) ou du geste de saisie d'une cible acoustique.

3°) Epreuve d'orientation manuelle

Il s'agit d'une version simplifiée du test d'Haaxma et Kuypers (1975) destinée à étudier plus particulièrement la coordination visuomotrice distale (cf. chapitre IV).

On utilise un disque muni en son centre d'une simple fente dans laquelle le sujet doit introduire la main.

L'examineur, assis en face du sujet, contrôle la fixation du regard et présente le disque perpendiculairement à la table. Le disque est positionné successivement à 30° gauche du plan médian, au centre, puis à 30° droite pour chacune des 2 mains. Une dizaine d'essais sont effectués dans chacune de ces conditions en changeant chaque fois l'orientation de la fente.

Dans cette épreuve, sont pris en compte principalement les erreurs d'orientation de la main et les échecs.

5 patients ont pu ainsi être testés.

4°) Perception visuo-spatiale

Nous avons pu réaliser chez 2 patients (Red., Vil.) un test perceptif de discrimination de position et d'orientation spatiales (figure 8).

Le sujet est assis à 57cm d'un écran plan vertical, et doit fixer un orifice punctiforme au centre de l'écran destiné à permettre le contrôle de la fixation par l'examineur.

Le stimulus est projeté sur l'écran, latéralement par rapport au point de fixation, pendant une durée brève (100ms ou 200ms suivant les sessions) grâce à un tachistoscope.

Chaque session comprend 5 répétitions de chacune des différentes stimulations (5 dans le test de localisation, 6 dans le test d'orientation). La séquence de présentation est de type pseudo aléatoire. Chaque champ visuel est testé successivement en commençant par le champ ipsilatéral à la lésion (champ supposé sain).

Le sujet dispose d'une carte réponse sur laquelle figure l'ensemble des stimulations utilisées. Après chaque présentation, il doit indiquer verbalement le numéro du stimulus correspondant.

- dans le test de localisation visuelle :

Le stimulus est représenté par un point noir, dont le diamètre apparent est de $1,5^\circ$, et qui peut prendre l'une des 5 positions suivantes : 10° , 15° , 25° , 35° , 45° , du point de fixation.

- dans le test de perception d'orientation :

Une ligne noire longue d'une quinzaine de cm., peut se trouver dans 6 positions différentes : 0° , 30° , 60° , 90° , 120° , 150° par rapport à l'horizontale. Une des extrémités de chaque ligne se trouve à 20° du point de fixation.

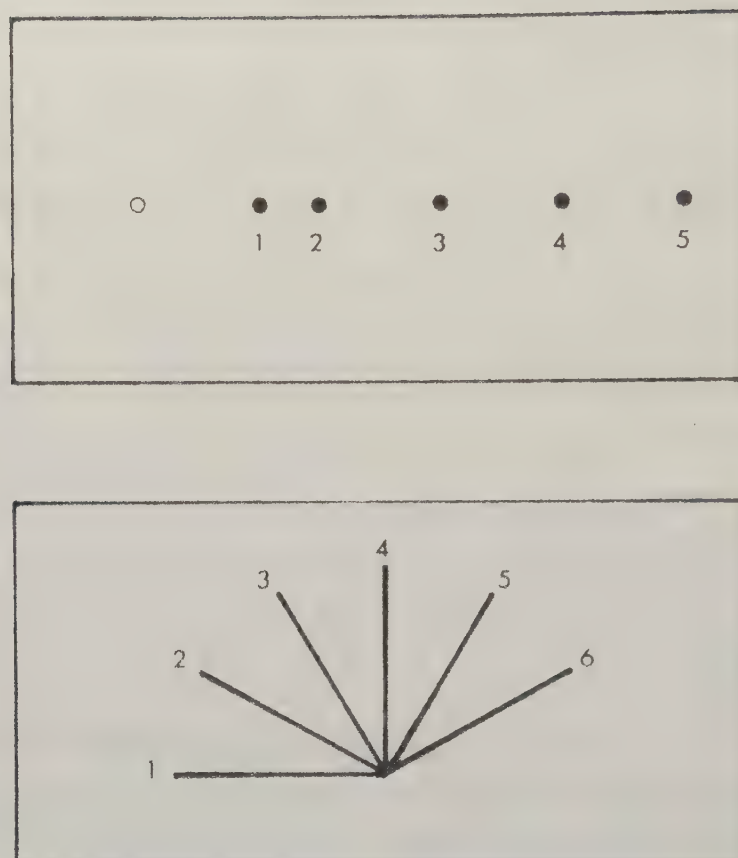


Figure 8 - Les 2 cartes réponses utilisées dans les tests de localisation visuelle (en haut) et de perception d'orientation (en bas). Toutes les stimulations utilisées sont représentées. Sur la carte du haut, le cercle figure le point de fixation du sujet.

5°) Analyse des réponses oculaire et manuelle dans une tâche de pointage vers une cible visuelle.

Les gestes naturels de préhension d'objets se prêtent mal à une étude quantitative rigoureuse des performances en raison même de leur complexité. L'étude psychophysique du geste visuellement guidé requiert (au moins dans un premier temps) un mouvement simplifié, nécessairement artificiel mais dont le caractère standardisé se prête mieux à une analyse paramétrique.

Le protocole expérimental utilisé permet l'enregistrement de la position et des mouvements de l'oeil et de la main dans une tâche de pointage de cibles ponctuelles présentées de manière virtuelle. Un système de gestion en ligne par ordinateur permet de varier les conditions expérimentales (vision ou non de la main, fovéalisation de la cible permise ou non) soit avant, soit pendant le déroulement même du mouvement, et de mesurer pour chacun de ceux-ci, sa latence, sa précision et sa durée. Ce protocole a permis de définir les paramètres spatio-temporels des mouvements de pointage chez le sujet normal (Prablanc et coll., 1979a-b).

5.1) Dispositif expérimental (Echallier et coll., 1978).

5.1.1- Le poste : il est représenté sur la figure 9 . Le sujet est installé dans un boîtier d'enregistrement isolé. Il est assis, la tête fixée par un appui fronto-mentonnier en face d'un appareil composé de 3 niveaux horizontaux :

- un niveau supérieur, composé d'une matrice de diodes électro-luminescentes de couleur rouge ($\lambda = 600\text{nm}$) (P)

- un second niveau, sous-jacent au menton du sujet est constitué par un panneau de bois muni en son centre d'un miroir semi-réfléchissant (Q)

- le niveau inférieur est un cadre rectangulaire recouvert de papier conducteur, sur lequel la main se déplace (R). La distance entre ce plan et les yeux du sujet est de 57cm (1cm sur la table correspond alors à un degré d'angle visuel).

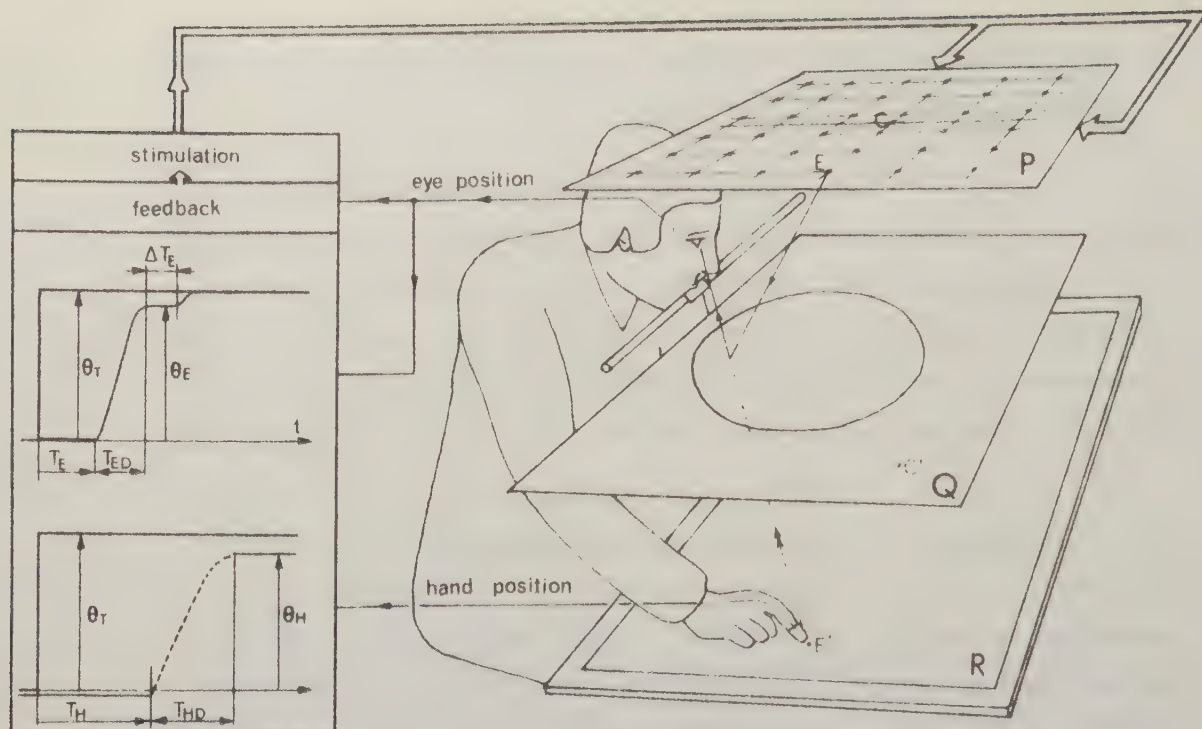


Figure 9 - Schéma du dispositif expérimental utilisé dans le test de pointage manuel (d'après Prablanc et coll., 1979a).

La stimulation est constituée par l'image virtuelle de la cible lumineuse ponctuelle renvoyée par le miroir semi-réfléchissant. Cette image se projette, pour le sujet, sur le papier du cadre (R). La position de cette stimulation est commandée numériquement par un ordinateur.

5.1.2- Les mouvements oculaires horizontaux sont enregistrés selon une technique d'électro-oculographie en courant continu avec correction automatique de dérive lors de chaque retour au centre, au moyen d'électrodes Beckman^R. Celles-ci, au nombre de 3 dans le montage utilisé, sont disposées au niveau du rebord orbitaire externe de chaque oeil, et en position frontale médiane pour l'électrode de référence.

Deux impulsions logiques sont générées respectivement au début et à la fin de la saccade oculaire permettant la mesure de la latence des 2 événements. Par ailleurs, l'impulsion au départ de l'oeil peut être utilisée pour éteindre la cible vers laquelle la saccade est dirigée.

5.1.3- La position de la main est enregistrée par un dé fixé sur l'index du sujet qui indique les coordonnées X et Y lorsqu'il est en contact avec le substrat de la surface de la table (R). Dans cette condition, il joue en effet le rôle de curseur potentiométrique en 2 dimensions sur cette surface, recouverte d'un papier de résistivité isotrope et alimentée par une tension parcourant alternativement l'axe des X et l'axe des Y, à la fréquence de 1000 Hertz. La tension mesurée, lors du pointage est convertie de manière linéaire en position. Seule la position suivant l'axe des abscisses a été prise en compte dans cette étude.

Le signal de position de la main est perdu au départ du mouvement (lorsque la main quitte la table), et une impulsion logique est produite. Une autre impulsion logique indique la fin du mouvement lorsque l'index touche à nouveau la surface.

5.1.4- Les cibles utilisées sont toutes disposées suivant l'axe horizontal. Leur position est identique dans toutes les sessions pour chaque main. Six cibles périphériques ont été prises en compte par l'ordinateur ; 4 situées du même côté que la main testée et 2 en position controlatérale (en raison de la difficulté mécanique d'effectuer un geste précis en direction d'une cible controlatérale très périphérique) ; 20°G, 10°G, 10°D, 20°D, 30°D, 40°D pour la main droite, 40°G, 30°G, 20°G, 10°G, 10°D, 20°D pour la main gauche. Cependant, pour rendre les cibles à droite et à gauche équiprobables (afin d'annuler une prédictabilité de ce côté, retentissant sur les temps de réaction), 2 cibles supplémentaires ont été ajoutées dans le champ controlatéral à la main testée, à 6 et à 14° d'excentricité (par rapport à l'axe du corps). Ces cibles ne sont pas prises en compte pour le traitement des données.

Pendant tout le déroulement de la session, la cible "saute" d'une position centrale initiale, située dans un plan sagittal par rapport au sujet, à une des 8 positions prédéterminées. La séquence de présentation s'effectue suivant un ordre pseudo-aléatoire. Deux secondes plus tard, la cible périphérique s'éteint, et la cible centrale s'allume dans le même temps. L'intervalle de temps moyen entre chaque stimulation est de 5 secondes avec une variation possible maximum de une seconde.

5.2) Déroulement de chaque session. Chaque session expérimentale comprend 10 répétitions de chacune des 8 cibles, soit 80 stimulations et dure 6 à 7 minutes effectives de test, que l'on peut fractionner à la convenance du sujet.

Chaque session peut être décomposée de la manière suivante :

5.2.1- Définition des paramètres expérimentaux.

. Choix du type de boucle visuomotrice.

L'espace compris sous le plan du miroir -entre (Q) et (R)- peut rester éclairé tout au long de la session, permettant ainsi au sujet la vision de son membre (condition de boucle fermée) ; dans la situation inverse, la sujet n'a jamais la vision de son membre (condition de boucle ouverte).

Il est également possible d'assujétir l'éclairage de l'espace au départ de la main, au moyen d'un obturateur électronique commandé par l'impulsion logique correspondant à ce départ. Deux nouvelles conditions sont alors définies :

. Une boucle fermée statique (boucle ouverte sur le départ de la main), dans laquelle le sujet a la vision initiale de la cible et de la main ; lorsque la main quitte la table, la boucle s'ouvre, supprimant la vision de la main. Cette boucle demeure ouverte quand la main atteint la cible, elle ne se ferme que lorsque la main revient au centre.

. Une boucle ouverte statique (boucle fermée sur le départ de la main) réalise la condition inverse, dans laquelle la boucle ne se ferme qu'après le départ de la main, et jusqu'au retour au centre.

. Choix de la condition oculomotrice.

Deux consignes sont utilisées :

- le regard est libre, et le sujet peut fovéaliser la cible (situation de vision fovéale) : c'est la condition "naturelle" pour laquelle aucune consigne particulière n'est donnée au sujet sinon de maintenir le regard sur la cible tout le temps que celle-ci reste éclairée. Dans une autre condition, le regard est toujours libre, mais la stimulation s'éteint lorsque l'oeil quitte la position centrale. On demande au sujet de fixer la position où cette cible se trouvait (situation de vision restreinte).

- dans une dernière condition, le sujet doit fixer constamment une diode centrale verte située à 2mm au dessus de la ligne de présentation des stimulations. Il utilise alors uniquement sa vision périphérique.

La combinaison de ces situations réalise 12 conditions possibles pour chaque main (4 boucles visuomotrices x 3 boucles oculomotrices). Toutes ont été étudiées pour les sujets témoins mais toutes n'ont pu être réalisées chez les malades.

5.2.2- Explication de la consigne au sujet. Les sujets ont la consigne de pointer avec l'index aussi vite et aussi précisément que possible, en effectuant un geste balistique de trajectoire curviligne (c'est à dire sans glisser la main sur le papier) et en assurant un contact d'arrivée franc sans modification secondaire de position.

Après avoir défini les paramètres expérimentaux, le type de stimulation, le nombre de répétition, la session va se dérouler automatiquement sous le contrôle d'un ordinateur PDP 8I, qui assure le pilotage de l'expérimentation, la présentation des stimulations, l'acquisition des données sur bande magnétique et la visualisation des réponses oculaires et manuelles.

5.2.3- Chaque session commence par une phase d'étalonnage, qui permet de calibrer la position de l'oeil et de la main pour chaque cible.

5.2.4- Au début de la session proprement dit, le sujet garde sa main et son regard sur la cible centrale. Quand la diode centrale s'éteint, une cible périphérique apparaît, et le sujet doit pointer la main dessus. Il doit maintenir la main et le regard (sauf bien sûr en vision périphérique) sur cette cible jusqu'à l'extinction de celle-ci qu'accompagne l'éclairage de la lampe centrale. Il doit alors reporter son regard et sa main au centre jusqu'à la stimulation suivante.

Pendant l'expérimentation, les réponses oculaires et manuelles sont échantillonnées à une fréquence de 200 Hertz, pendant 1,5 seconde après la présentation de la cible, et les mesures suivantes sont pratiquées : latence de la saccade initiale (TE), sa durée (TED), la position de l'oeil après cette première saccade (θE), la latence d'une 2ème saccade éventuelle (ΔTE), la latence de la main (TH), la durée du mouvement de la main (THD) et sa position finale (θH).

La position de la cible, la réponse de l'oeil et de la main sont visualisées par l'ordinateur pendant 3 secondes sur un oscilloscope à mémoire, permettant le contrôle de la bonne marche de la session.

Si l'expérimentateur décèle une anomalie, il peut annuler la réponse en cours de session. La stimulation correspondante n'est alors pas prise en compte et sera représentée plus tard dans la session (suivant l'ordre de la séquence pseudo aléatoire), afin que chaque position analysée possède le même nombre de répétitions.

5.2.5- A la fin de chaque session, les réponses moyennées de l'oeil et de la main sont visualisées. Les données quantitatives et les moyennes analogiques sont stockées sur dictaphone pour analyse. De manière parallèle, les données sont stockées d'une part sur bande magnétique (8 pistes), d'autre part sur papier millimétrique, grâce à un appareil à jet d'encre de type Mingograph (4 voies).

Ce type d'étude permet une approche expérimentale de la coordination visuomotrice. Cependant, la confrontation de ses résultats avec les données filmées du geste de préhension doit considérer certaines différences entre les 2 types d'approche :

- le caractère essentiellement proximal du geste de pointage, qui ne sollicite à aucun moment le poignet et la motricité digitale.

- Le fait que les données psychophysiques ne reflètent que la précision des réponses dans le plan frontal.

CHAPITRE VII - ETUDE EXPERIMENTALE

A - EPREUVES DE PREHENSION

1°) Epreuves de préhension d'une cible visuelle

1.1) Sujets porteurs d'une lésion gauche

1.1.1. Rio..

L'étude qualitative des performances de saisie de chaque main selon le champ visuel considéré montre que la main droite est très imprécise. Compte tenu des critères assez sévères que nous avons retenus pour considérer un geste comme réussi, on peut constater que la main droite échoue presque aussi souvent dans le champ gauche (74%) que dans le champ droit. Lorsque le mouvement est mal dirigé la correction secondaire du geste de la main droite s'effectue rarement, et ne se produit guère que dans le champ gauche.

Lorsque l'objet est présenté au centre, les échecs sont moins fréquents mais sont tout de même présents dans 47% des cas.

La main gauche conserve une bonne précision, sauf dans le champ droit où l'on observe 61% d'erreurs (erreurs corrigées + échecs) ; une correction secondaire intervient cependant très fréquemment (tableau 10).

1.1.2. Del..

L'intensité du trouble est moindre que pour la précédente patiente. Les échecs concernent exclusivement les performances de la main droite dans le champ droit (22%).

La main droite commet 2 fois plus d'erreurs dans le champ droit que dans le champ gauche (50% et 25%), alors que la main gauche commet 26% d'erreurs dans le seul champ droit. Aucune erreur n'est observée lorsque l'objet est présenté dans la partie centrale du champ ou si la fixation de l'objet est permise (tableau 11).

L'imprécision des gestes consiste en une erreur spatiale en hyper ou en hypométrie par rapport à la cible. Les mouvements avec la main droite se caractérisent par 2 éléments. D'une part, l'attitude de la main est tout à fait anormale ; toujours largement ouverte, elle est souvent mal orientée par rapport à l'objet à saisir. D'autre part, le temps de transport de la main droite est considérablement allongé par rapport à celui de la main gauche (au moins le double) et ceci surtout dans le champ droit.

1.1.3. Par..

Le nombre maximum d'erreurs (erreurs corrigées et échecs) s'observe pour la main droite, surtout dans le champ droit. Celles-ci sont notées dans 82% des cas dans le champ droit, et 67% dans le champ gauche. C'est également dans le champ droit que la plus grande fréquence d'erreurs non corrigées est observée (29%). La main droite commet parfois des erreurs dans la partie centrale du champ (tableau 12).

Toutes les erreurs que la main gauche commet dans le champ droit (67%) sont corrigées.

Lorsque le sujet peut fixer du regard l'objet à saisir, la précision de la main gauche est parfaite alors que l'amélioration est seulement partielle pour la main droite.

Comme chez le précédent malade, le mouvement de la main droite se caractérise par sa lenteur (durée de transport double de celle de la main gauche) et par l'absence de prédisposition manuelle pour la saisie.

Les 3 patients présentent un trouble visuomoteur dans le champ droit, se manifestant pour les 2 mains. Il est d'autre part peu probable que les erreurs de la main droite dans le champ gauche ne résultent que du discret déficit proprioceptif.

<u>N° 1 RIO.</u> Gestes de préhension en vision périphérique	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	87,5	8	89	48	39	3
ERREURS CORRIGÉES %	12,5	18	11	5	47	6
ECHECS %	0	74	0	47	14	91

tableau 10

<u>N° 2 DEL.</u> Gestes de préhension en vision périphérique	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	94	75	100	100	74	50
ERREURS CORRIGÉES %	6	25	0	0	26	28
ECHECS %	0	0	0	0	0	22

tableau 11

<u>N° 3 PAR.</u> Gestes de préhension en vision périphérique	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	86	33	100	75	33	18
ERREURS CORRIGÉES %	14	50	0	25	67	53
ECHECS %	0	17	0	0	0	29

tableau 12

1.1.4. Red..

L'examen a été réalisé à 2 reprises, en janvier 1979 et en mars 1979.

- Examen de janvier

. Présentation unique

Les erreurs prédominent pour la main droite dans le champ droit, (tableau 13).

Ainsi, la main droite commet 91,5% d'erreurs dans le champ droit et 67% dans le champ gauche. Une correction secondaire n'est possible que dans le champ gauche. La main droite est également imprécise dans la partie centrale du champ, mais toutes les erreurs sont corrigées (tableau 15).

La main gauche est imprécise dans le champ droit, (39% d'erreurs) ; une correction secondaire est peu fréquente.

Lorsque le sujet a la possibilité de fixer l'objet du regard, la main droite est assez souvent imprécise, au contraire de la main gauche (tableau 16).

Le mouvement du membre supérieur droit présente plusieurs particularités :

La position de la main est très anormale : souvent, le poing est fermé lorsque le bras se soulève et ne s'ouvre pas en arrivant près de l'objet. Parfois même, la main se ferme au cours du trajet. Le patient paraît avoir autant de difficultés pour réaliser un geste de préhension que pour réaliser un autre geste, plus "praxique" (tourner une clé). Le mouvement de la main est souvent amorphe ; le geste est parfois interrompu en cours de réalisation.

A d'autres moments, la main est au contraire largement ouverte, les doigts écartés en éventail, et "fauche" l'air à la recherche de l'objet, (figure 14).

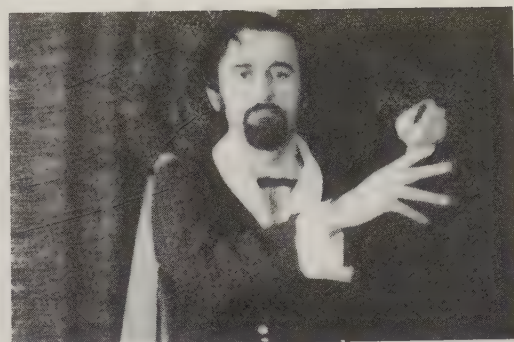
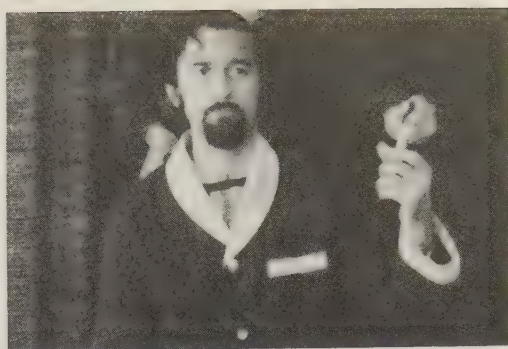
Dans tous les cas, le mouvement du bras droit est considérablement plus lent que celui du bras gauche. Il est en outre très fréquemment précédé par un raidissement axial et un mouvement de recul du cou et du tronc.

Test de préhension d'objets en vision périphérique, le sujet fixant l'objectif de la caméra.

Tableau 13. Les 4 photographies du haut se rapportent à un sujet porteur d'une lésion hémisphérique gauche (Vil.). L'imprécision du geste de saisie affecte la main droite dans les 2 champs.

Tableau 14. Les 4 photographies du bas concernent un sujet porteur d'une lésion hémisphérique droite (Pon). Les erreurs se manifestent pour les 2 mains dans le champ gauche.

Noter sur l'image en bas et à droite de chaque série la main largement ouverte ("fanning").



N° 4 RED. 15.01.79 Gestes de préhension en vision périphérique	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	80	33	100	25	61	8,5
ERREURS CORRIGÉES %	20	67	0	75	11	8,5
ECHECS %	0	0	0	0	28	83

tableau 15

N° 4 RED. 15.01.79 Gestes de préhension avec fixation de l'objet	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	100	37,5	100	83,3	100	37,5
ERREURS CORRIGÉES %	0	62,5	0	16,7	0	62,5
ECHECS %	0	0	0	0	0	0

tableau 16

1.1.5. Vil..

L'examen a été réalisé en avril 1979.

. Présentation unique

La main droite commet 2 fois plus d'erreurs dans le champ droit (67%) que dans le champ gauche (36%). La main gauche commet 25% d'erreurs dans le seul champ droit. Les erreurs non corrigées ne se rencontrent que pour la main droite dans le champ droit (tableau 19).

Si une cible est présentée dans le champ médian, où si les mouvements de la tête et des yeux du sujet sont libres, aucune erreur n'est commise.

Le mouvement du membre supérieur droit est lent, surtout dans le champ droit. La main est parfois creusée, le pouce en l'air, les doigts écartés ; elle est également mal orientée pour la saisie de l'objet, malhabile, tâtonnante et elle n'utilise pas toujours les indices tactiles pour corriger les erreurs.

. Présentation simultanée dans chaque hémichamp.

Le mouvement de la main gauche dans le champ gauche est rapide et précis. La main droite dans le champ droit possède une latence de réponse accrue et une vitesse moindre. Elle n'arrive directement au but que dans 14% des cas, et corrige une erreur initiale dans 36% des cas.

Les erreurs sont constantes si les présentations sont asymétriques.

. Préhension croisée simultanée

La préhension croisée de la main gauche d'un objet situé dans le champ droit est parfaite dans 33% des cas, et donne lieu à une erreur corrigée dans 67%. La main droite est moins précise dans le champ gauche, puisqu'une réussite d'emblée ne survient que dans 17% des cas, et une erreur corrigée dans 83%.

N° 4 RED. 18.3.79 Gestes de préhension en vision périphérique	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	87	50	100	87,5	74	48
ERREURS CORRIGÉES %	6,5	44	0	12,5	15	30
ECHECS %	6,5	6	0	0	11	22

tableau 17

N° 4 RED. 18.3.79 Gestes de préhension en vision périphérique "boucle ouverte"	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	85	44	100	33	67	38
ERREURS CORRIGÉES %	15	31	0	67	33	38
ECHECS %	0	25	0	0	0	24

tableau 18

Dans une telle situation, la main droite est toujours plus lente que la main gauche.

Si la préhension croisée s'effectue au niveau d'un hémichamp :

- dans le champ gauche, la main gauche réussit dans 100% des cas à saisir l'objet le plus médian, et la main droite dans 50% des cas à saisir le plus latéral (dans les autres 50%, l'erreur initiale est corrigée).

- dans le champ droit, la main gauche saisit l'objet le plus latéral dans 73% des cas, et échoue totalement dans 9%. La main droite est précise pour l'objet le plus médian dans 45% des cas et échoue totalement dans 18%.

Dans les 2 situations précédentes, la main droite est constamment plus lente que la main gauche.

L'ensemble de ces données peut s'interpréter comme un trouble visuomoteur affectant le champ droit, et affectant la main droite. L'effet lié à la main droite paraît même prédominer sur celui lié au champ droit.

Contrastant avec la lenteur de la main droite dans les gestes de saisie à but visuel, la préhension du pouce gauche est très rapide et précise avec cette main, que le sujet ait ou non les yeux ouverts.

1.2) Sujets porteurs d'une lésion droite

1.2.1. Bau..

Les échecs au cours des gestes de préhension sont strictement limités à l'hémichamp gauche ; la main gauche commet 86% d'erreurs et la main droite, 60% (tableau 20).

En outre, un pourcentage important de gestes sont maladroitement exécutés, au moins dans leur phase initiale ; les erreurs spatiales qui en résultent sont corrigées visuellement et dans le cas d'erreurs de faible amplitude, sur des indices tactiles (surtout pour la main droite).

Bien qu'il n'y ait pas de tendance systématique nette, les erreurs en dedans et en avant de la cible sont légèrement prédominantes. En outre, lors des présentations bilatérales, la réponse dans le champ gauche (main gauche) est influencée de façon quasi systématique par la position du stimulus dans le champ droit ; elle tend à lui être symétrique.

Aucune erreur n'est observée lorsque l'objet est présenté dans la partie centrale du champ ou bien si la malade est autorisée à le fixer pour le saisir. La fermeture des yeux pendant le geste de préhension n'entraîne pas de modification sensible des performances.

On se trouve bien devant un trouble visuomoteur localisé à l'hémichamp gauche.

Sur le plan évolutif, on a pu constater lors d'un 2ème examen, 10 jours après le précédent, la récupération complète des gestes de la main droite dans le champ gauche. Lors d'un 3ème examen, 3 mois plus tard, une récupération importante se manifeste pour la main gauche ; seules les présentations bilatérales déclenchent encore des réponses très imprécises de la main gauche dans le champ gauche.

1.2.2. Pon..

. Présentation unique

Les performances des 2 mains sont détériorées dans le seul hémichamp gauche : ainsi la main gauche commet 96% d'erreurs et la main droite, 74%. La correction secondaire est fréquente pour les 2 mains. Les performances sont par contre excellentes dans l'hémichamp droit. Dans le champ central, la main gauche est parfois imprécise (tableau 21).

Si la malade est libre de fixer l'objet, la précision est parfaite. Lorsqu'elle ferme les yeux pendant l'exécution du mouvement, les performances sont plutôt dégradées dans le champ gauche ; la main gauche commet alors 100% d'erreurs (40% corrigées) et la main droite, 90% (40% corrigées).

L'amélioration de la précision est discrète, si le geste est effectué en "boucle ouverte" ; la main gauche est imprécise dans 76% des cas (23% des erreurs sont corrigées) et la main droite dans 41% (toutes les erreurs sont corrigées).

La main gauche est plus lente que la main droite, surtout dans le champ gauche ; les doigts sont écartés en éventail, le mouvement amène le plus souvent la main à une position moyenne d'excentricité, en hypométrie pour les cibles très latérales, et en hypermétrie pour les plus médianes. La correction est immédiate sur indices tactiles.

. Présentation simultanée dans chaque hémichamp.

La main droite est alors toujours précise dans le champ droit ; la main gauche commet 42% d'erreurs dans le champ gauche. Ce chiffre atteint 57% si les présentations sont asymétriques.

. Présentation croisée simultanée

La main droite dans le champ gauche commet plus d'erreurs (100% dont 36% corrigées) que la main gauche dans le champ droit (27%, toutes corrigées).

. Présentation double par hémichamp

- Dans le champ gauche, la main gauche échoue dans 100% des cas, la main droite dans 50%.

- Dans le champ droit, les 2 mains sont équivalentes et ne commettent que 14% d'erreurs.

Ces données montrent clairement un trouble visuomoteur localisé à l'hémichamp gauche.

La préhension du pouce droit est parfaitement réalisée par la main gauche, que la malade ait les yeux ouverts ou fermés.

N° 5 VIL. Gestes de préhension en vision périphérique	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	94	64	100	100	75	33
ERREURS CORRIGÉES %	6	36	0	0	25	41
ECHECS %	0	0	0	0	0	26

tableau 19

N° 6 BAU. Gestes de préhension en vision périphérique	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	14	40	100	100	80	94,5
ERREURS CORRIGÉES %	14	40	0	0	20	5,5
ECHECS %	72	20	0	0	0	0

tableau 20

N° 7 PON. Gestes de préhension en vision périphérique	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	4	26	67	100	94	83
ERREURS CORRIGÉES %	39	48	33	0	6	17
ECHECS %	57	26	0	0	0	0

tableau 21

2°) Epreuve de localisation manuelle d'une cible acoustique

Cette épreuve a été réalisée chez 4 patients, 3 porteurs d'une lésion gauche (Par., Red., Vil.), un d'une lésion droite (Pon.).

2.1) Par.

Lorsqu'on lui demande de localiser la direction d'une source sonore, les yeux fermés, le sujet commet de nombreuses erreurs. Il utilise spontanément sa main gauche. Il désigne parfois le côté droit quand le son lui est présenté à gauche, surtout en début de séance.

On note également que l'orientation du regard sur un son s'effectue mal.

2.2) Red.

Quand le sujet doit tendre le bras en direction d'une source sonore, les yeux fermés, se manifeste une différence des performances entre les 2 mains et entre les 2 champs. La main droite commet globalement plus d'erreurs que la main gauche ; elle est également beaucoup plus lente pour effectuer le geste de saisie. Les performances sont, pour les 2 mains, meilleures dans le champ droit que dans le champ gauche :

	Champ droit		Centre		Champ gauche	
	MD	MG	MD	MG	MD	MG
Réussites %	43	78	100	33	20	33
Erreurs corrigées %	57	22	0	17	60	42
Echecs %	0	0	0	50	20	25

Si le sujet garde les yeux ouverts, l'adjonction du signal sonore au signal visuel ne permet pas l'amélioration des performances de saisie de la main droite dans le champ droit.

2.3) Vil.

La localisation d'un son lorsque le sujet a les yeux fermés est bonne avec la main gauche dans les 2 champs. En ce qui concerne la main droite, les performances ne sont altérées que lorsque le son est présenté dans le champ gauche :

	Champ droit		Centre		Champ gauche	
	MD	MG	MD	MG	MD	MG
Réussites %	77	58	80	0	17	80
Erreurs corrigées %	17	8	20	62,5	50	0
Echecs %	8	34	0	37,5	33	20

2.4) Pon..

Les performances des 2 mains sont comparables ; les échecs complets sont rares, ne prédominent pas dans un champ particulier. Les mouvements corrects d'emblée sont généralement répartis pour les 2 mains et les 2 champs. Ils représentent cependant moins de la moitié des essais :

	Champ droit		Centre		Champ gauche	
	MD	MG	MD	MG	MD	MG
Réussites %	44,5	33	100	0	36	45,5
Erreurs corrigées %	44,5	50	0	100	57	36,5
Echecs %	11	17	0	0	7	18

Les performances de la main gauche pour saisir une cible visuelle ne sont pas améliorées par l'adjonction d'un signal acoustique.

B - EPREUVE D'ORIENTATION MANUELLE

1°) Sujets porteurs d'une lésion gauche

1.1) Del..

Si le patient n'échoue jamais dans ce type de tâche, il y est souvent très maladroit. Outre des erreurs spatiales -le sujet ne parvenant pas d'emblée au centre du disque- on observe des erreurs d'orientation, nombreuses dans le champ droit, pour la main droite (89%) et pour la main gauche (87,5%), moins fréquentes dans le champ gauche pour la main droite (20%) (tableau 22).

L'amplitude de ces erreurs varie de 45 à 90° environ pour la main droite, et souvent plus pour la main gauche, qui peut arriver à une inversion complète, en pronation forcée, de l'attitude normale. Les corrections d'erreurs se font ici le plus souvent sur des indices tactiles.

Par ailleurs, on peut remarquer dans presque tous les cas, un défaut d'attitude de la main droite, qui reste creuse, les doigts mal accolés, jusqu'à l'arrivée sur le disque.

1.2) Par..

A l'inverse du patient précédent, le malade échoue dans la quasi totalité des cas avec la main droite : celle-ci parvient au voisinage du disque, hésite, puis généralement abandonne, à la surprise du malade qui réussit sans gros problèmes avec la main gauche. Pour cette main, on observe des erreurs spatiales et des erreurs d'orientation (toutes corrigées) dans le seul champ droit.

1.3) Red..

- Examen de janvier :

La main droite ne réussit jamais d'emblée à s'orienter dans la fente, ceci dans les 2 champs. La main gauche est également imprécise dans le champ droit.

Les erreurs de type spatial sont constantes pour la main droite, dans les 2 champs, et sont présentes dans 1/3 des cas environ pour la main gauche, (tableau 23).

N° 2 DEL. Epreuves d'orientation manuelle	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	86	40	100	60	12,5	0
ERREURS SPATIALES %	14	40	0	40	0	33
ERREURS D'ORIENTATION %	0	20	0	0	87,5	89

tableau 22

N° 4 RED. 15.1.79 Epreuve d'orientation manuelle	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	54	0	100	11	18	0
ERREURS SPATIALES %	38,5	100	0	44,5	36,5	100
ERREURS D'ORIENTATION %	38,5	50	0	67	73	89

tableau 23

N° 4 RED. 18.3.79 Epreuve d'orientation manuelle	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	71,5	14	80	0	25	0
ERREURS SPATIALES %	29	86	0	33	25	90
ERREURS D'ORIENTATION %	14	57	20	67	75	70

tableau 24

Test d'orientation manuelle dans la fente d'un disque, en vision périphérique.

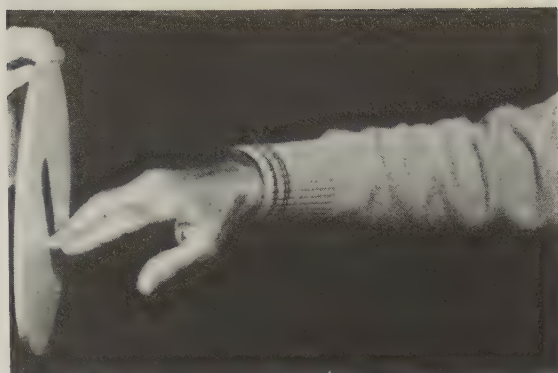
Les photographies représentent les diverses combinaisons main-champ chez un sujet porteur d'une lésion hémisphérique gauche (Red.).

La main droite (4 photographies du haut) commet des erreurs dans les 2 champs. La main gauche est imprécise dans le champ droit.

Ces images illustrent les erreurs dites "d'orientation" : la main arrive assez précisément sur la fente mais son orientation est erronée de 60 à 90° par rapport à celle de la fente.

Noter également la pénétration incomplète de la main droite dans la fente.

MD-CG



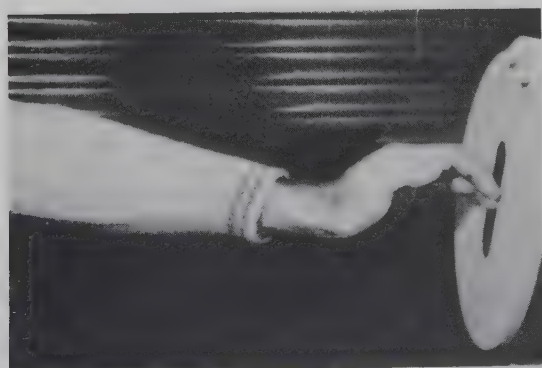
MD-CD



MG-CG



MG-CD



Les erreurs d'orientation de la main sont manifestes dans le champ droit, pour la main gauche (73%) et surtout pour la main droite (89%). L'attitude de la main droite est souvent défectueuse, les doigts sont souvent légèrement fléchis, la main creuse ; l'introduction de la main dans la fente ne concerne généralement que 2 ou 3 doigts.

Dans le champ central, on peut également noter quelques erreurs spatiales et surtout des erreurs d'orientation, de la main droite.

L'apprentissage du mouvement à effectuer par un essai préalable avec la main gauche ne semble pas améliorer la précision de la main droite.

- Examen de mars

Les performances sont peu différentes. Les erreurs spatiales sont presque aussi fréquentes avec la main droite, dans les 2 champs, et correspondent généralement à une hypométrie. Les erreurs d'orientation sont moins nombreuses, surtout pour la main droite dans le champ droit (tableau 24).

Les difficultés du contrôle de la main sont encore présentes : la main tâtonne, utilise mal les indices tactiles pour diriger l'orientation des doigts.

1.4) Vil.

D'une manière générale, les erreurs sont moins marquées que chez Red. (tableau 25). Les erreurs spatiales prédominent pour la MD, dans les 2 champs visuels. Elles ne revêtent aucun caractère systématique. Les erreurs d'orientation s'observent dans le champ droit pour les 2 mains, et dans le champ gauche pour la MD.

Le transport de la MD se caractérise fréquemment par un mouvement associé de "vrille", même lors des essais où l'orientation de la main par rapport à celle de la fente du disque est bonne. Comme chez Red., on note un défaut d'attitude de la MD qui est parfois creusée, avec les doigts discrètement fléchis, en arrivant sur le disque ; souvent le 5ème doigt ne parvient pas à entrer dans la fente, que le disque soit situé

dans le champ droit ou dans le champ gauche. On peut également noter une posture parfois anormale de la MG dans le champ droit, se manifestant par une attitude en pronation forcée pour entrer dans la fente.

1.5) Pon..

Comme pour les gestes de préhension, les erreurs spatiales et les erreurs d'orientation se localisent très nettement au champ visuel gauche, pour les 2 mains (tableau 26). Les performances de la MD sont presque autant détériorées que celles de la MG. Cependant, les erreurs d'orientation les plus importantes (90° par rapport à l'orientation de la fente) sont commises très préférentiellement par la MG. C'est également pour cette main que le ralentissement du geste que l'on observe dans le champ gauche, est le plus net. En effet, le mouvement est souvent hésitant ; la main tâtonnante, souvent ouverte, utilise fréquemment les indices tactiles pour corriger l'erreur.

N° 5 VII Epreuve d'orientation manuelle	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	89	50	100	78	48	48
ERREURS SPATIALES %	11	50	0	22	22	39
ERREURS D'ORIENTATION %	0	25	0	0	35	26

tableau 25

N° 7 PON. Epreuve d'orientation manuelle	Champ visuel gauche		Centre		Champ visuel droit	
	M G	M D	M G	M D	M G	M D
REUSSITES %	0	0	100	100	60	100
ERREURS SPATIALES %	69	56	0	0	40	0
ERREURS D'ORIENTATION %	92	78	0	0	0	0

tableau 26

C - TEST DE PERCEPTION VISUELLE DE POSITION ET D'ORIENTATION

1°) Red..

Dans le test de localisation visuelle d'un point, le sujet ne commet pas plus d'erreurs dans l'hémichamp droit que dans l'hémichamp gauche lorsque le stimulus est présenté pendant 200ms. Une différence entre les 2 hémichamps se manifeste lorsque cette durée est réduite à 100ms.

Les erreurs prédominent dans tous les cas pour les cibles les plus latérales (35° et 45°).

Durée de présentation	Nombre d'erreurs	
	Hémichamp droit	Hémichamp gauche
200 ms	9/25	14/25
100 ms	13/25	6/25

Dans le test de perception d'orientation, le nombre d'erreurs est identique dans les 2 hémichamps :

Durée de présentation	Nombre d'erreurs	
	Hémichamp droit	Hémichamp gauche
200 ms	6/30	7/30

2°) Vil..

Le test de localisation visuelle d'un point donne lieu à un plus grand nombre de réponses erronées dans l'hémichamp droit que dans l'hémichamp gauche, quelle que soit la durée d'exposition du stimulus.

Les erreurs se manifestent essentiellement pour les cibles les plus latérales (35° et 45°) qui sont souvent localisées à 25° par le sujet :

Durée de présentation	Nombre d'erreurs	
	Hémichamp droit	Hémichamp gauche
200 ms	15/25	4/25
100 ms	15/25	4/25

Le test de perception d'orientation objective
 Le même caractère asymétrique des performances entre les 2 hémichamps.

Durée de présentation	Nombre d'erreurs	
	Hémichamp droit	Hémichamp gauche
200 ms	13/30	2/30
100 ms	8/30	0/30

D - RESULTATS DU TEST DE POINTAGE

1°) Résultats chez le sujet normal

Ce protocole expérimental (Prablanc et coll., 1979 a - b) a été conçu dans le but d'analyser les variables influençant la précision du pointage manuel chez l'homme normal, afin d'approcher la compréhension des mécanismes qui sous tendent le contrôle du geste (Keele, 1968). Il vise à fournir certains éléments de réponse à la question de la nature du lien entre les systèmes oculaire et manuel, requis dans une tâche de précision : leur mise en jeu est-elle simultanée ou séquentielle, et dans ce cas est-ce que la précision de la réponse saccadique détermine la précision de la réponse manuelle ? Quel est le rôle dans la précision manuelle de la fovéalisation de la cible ?

La question centrale d'une telle étude est de déterminer les rôles respectifs des programmes moteurs pré-établis, sur la base des conditions initiales, et des informations rétroactives d'origine périphérique (visuelle en particulier), dans l'organisation des performances visuomotrices.

Le nombre élevé de sessions expérimentales permet d'étudier le rôle respectif des 3 paramètres suivants :

- le facteur "main" : les résultats publiés (Prablanc et coll., 1979 a - b) concernent la main droite (MD). Nous avons réalisé une étude semblable avec la main gauche (MG).

- le facteur "boucle visuo manuelle" : la comparaison des boucles fermée (BF) et ouverte (BO) permet d'apprécier l'importance des informations réafférentes visuelles et les conséquences de leur suppression, dans le calibrage spatial du pointage. Le rôle respectif des informations réafférentes visuelles statiques et cinétiques de la main est étudié dans les boucles partielles, ouverte au départ de la main (BOX) et fermée au départ de la main (BFX).

- le facteur boucle "oculomotrice" : détermine le type de l'information visuelle utilisée pour la localisation de la cible périphérique.

Les 3 conditions utilisées permettent de comparer la précision du codage spatial à partir de la rétine périphérique (VP), seule, ou associée à un positionnement de l'axe oculaire, qui peut être précis, aligné sur la cible (vision fovéale, VF), ou plus imprécis en cas de boucle oculomotrice ouverte (vision restreinte, VR).

Les données seront exposées assez brièvement. Seules les plus significatives seront discutées dans la mesure où elles sont indispensables à l'approche de la coordination visuomotrice. Ces données nous ont essentiellement permis de fournir des valeurs témoins pour nos malades.

Les résultats avec la main droite ont été obtenus à partir de 8 sujets ayant effectué 2 sessions pour chaque condition expérimentale ; chaque moyenne représente donc 160 valeurs (Prablanck et coll., 1979 a-b). Nos propres données avec la main gauche représentent les moyennes de 4 sujets droitiers avec 2 sessions, soit de 80 valeurs.

Le terme de champ ipsilatéral se réfère aux cibles situées du même côté que la main étudiée par opposition au champ controlatéral.

1.1) Analyse des latences de réponse

1.1.1 - Latence des saccades oculaires :

La latence de la réaction saccadique augmente avec l'excentricité de la cible lumineuse ; ainsi en condition de boucle fermée et vision fovéale (condition "naturelle"), elle passe de 225ms pour la cible de 10° à droite, à 260,5ms pour 40° à droite ; le profil est symétrique à gauche avec des valeurs moyennes respectives de 223ms et 287ms (cf. figure 27).

Elle n'est pas significativement influencée par le type de boucle visuo manuelle.

Par contre, si la cible s'éteint au départ de l'oeil (VR), la latence est globalement augmentée de 28ms. Cette différence relève peut être d'une stratégie oculomotrice particulière adoptée par les sujets dans cette situation.

1.1.2 - Latence de la réponse manuelle :

Le temps de réaction manuel croît également avec l'excentricité de la position du stimulus. Cette augmentation est vraisemblablement liée à celle de la latence oculaire pour les cibles les plus périphériques.

Ainsi en condition BF-VF, la latence moyenne de la main droite dans le champ droit s'échelonne entre 332ms pour 10° et 366ms pour 40° ; les valeurs correspondantes de la main gauche dans le champ gauche sont 334ms et 359ms (figure 28).

Si le type de boucle oculomotrice ne modifie guère la latence manuelle, la boucle visuo manuelle intervient dans le sens d'une augmentation globale des latences de 30ms environ en boucle ouverte par rapport à la boucle fermée.

La latence manuelle est systématiquement supérieure lorsque la cible apparaît dans le champ controlatéral à la main étudiée. Si l'on compare la latence moyenne pour les cibles à 10 et 20° , entre le côté droit et le côté gauche, elle est significativement augmentée dans le champ gauche pour la main droite de 27ms et dans le champ droit pour la main gauche de 28ms.

1.1.3 - Comparaison des latences :

En vision fovéale, la différence entre les latences oculaires et manuelles est sensiblement constante, de l'ordre de 120ms. Il n'y a cependant aucune corrélation significative entre les 2 événements.

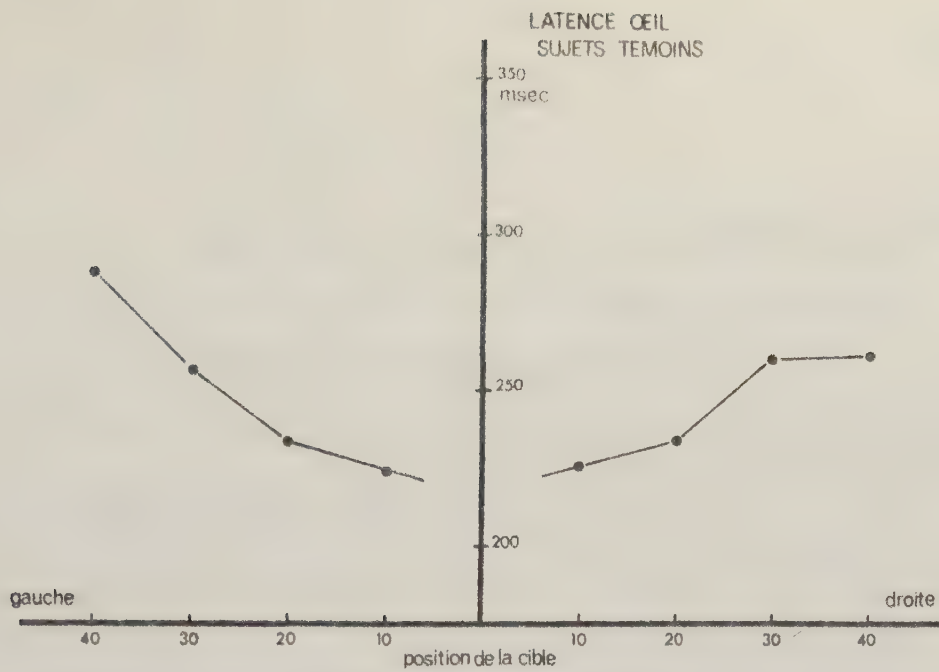


Figure 27 - Latences oculaires en fonction de l'excentricité de la cible (en degrés) chez les sujets témoins, en condition vision fovéale-boucle fermée.

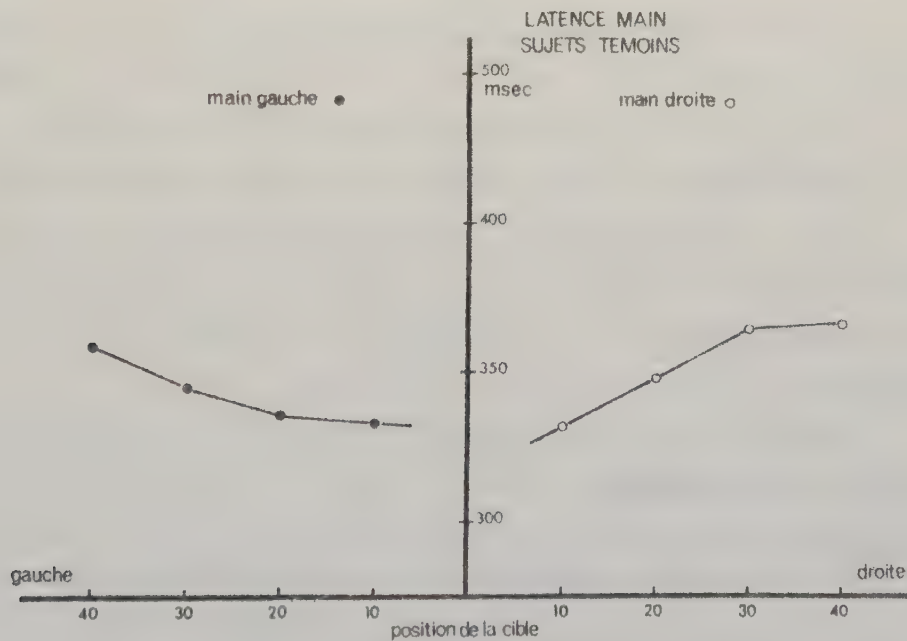


Figure 28 - Latences du départ de la main droite et de la main gauche en fonction de l'excentricité de la cible chez les sujets témoins, en condition vision fovéale-boucle fermée (combinaison main-champ ipsilatérale).

1.2) Durée du mouvement

1.2.1 - Durée de la saccade :

Elle croît, comme cela est classique, avec son amplitude, donc avec l'excentricité de la cible. Sa durée moyenne varie de 40ms pour 10° à 130ms pour 40° .

Les autres facteurs, dans notre protocole, ne semblent pas jouer sur elle.

1.2.2 - Durée du mouvement de la main :

Elle augmente très nettement avec l'amplitude du mouvement, c'est à dire avec l'excentricité de la cible.

Ainsi en BF-VF, elle atteint respectivement pour la main droite, 276ms pour 10° droit, et 466ms pour 40° droit ; pour la main gauche, 270ms pour 10° gauche, et 458ms pour 40° gauche (figure 29).

Il n'y a pas de différences significatives entre les boucles visuo manuelles.

En VR, on note une accélération relative du mouvement de 40ms pour la main droite et 32ms pour la main gauche.

Enfin, dans toutes les conditions, la durée du mouvement est supérieure lorsque la main doit pointer une cible qui lui est contralatérale : la différence est de 20ms environ, pour les 2 mains.

1.3) Précision des mouvements

1.3.1 - Position de l'oeil à la fin de la 1ère saccade :

Pour les cibles les plus proches du point central (10°), une seule saccade suffit pour amener l'axe du regard sur la cible. Par contre, pour les cibles plus périphériques, l'hypométrie de la première saccade est constante, et croît avec l'excentricité du stimulus. Des saccades de correction dont la latence moyenne est de 150ms (plus courte que celle des saccades initiales) sont nécessaires pour fovéaliser les cibles situées au delà de 20° .

Cependant, lorsque la cible s'éteint au départ de l'oeil, il n'y a généralement pas de saccades de correction ; l'oeil reste dans une position hypométrique par rapport à la cible.

Si l'on considère la position de l'oeil au moment du départ de la main, c'est pour la cible située à 30° que l'oeil arrive sur celle-ci quand la main quitte la position initiale. Au delà, le mouvement de la main commence avant la fin de la première saccade.

1.3.2 - Position finale de la main :

L'erreur de pointage que l'on observe, et la dispersion des pointers croît avec l'excentricité de la cible dans toutes les conditions. Globalement, cette dispersion est plus grande avec la main gauche qu'avec la main droite.

L'absence de vision du membre (B0) détériore notablement les performances dans les trois situations de vision (VF, VR, VP). On constate une discrète tendance hypermétrique du pointage pour la cible située à 10° , homolatérale à la main utilisée (inférieure à 1cm), ainsi que pour la cible à 20° gauche pour la main gauche. Pour les cibles plus périphérique, on observe une hypométrie croissante (figure 30).

Si le sujet dispose de la vision de la position initiale de sa main (BOX), la précision du codage du mouvement s'en trouve améliorée par rapport à la B0 totale. La précision est encore meilleure dans la situation où il dispose de la vision dynamique du mouvement (BFX), et ce, bien que la durée du mouvement ne soit pas significativement différente.

Des 3 conditions oculomotrices, c'est celle où la fovéalisation est possible, qui détermine la précision manuelle la plus grande. La VR se caractérise par une plus grande dispersion des pointers.

L'imprécision est toujours supérieure dans le champ contralatéral à la main utilisée dans le test, dans le sens d'une hypométrie.

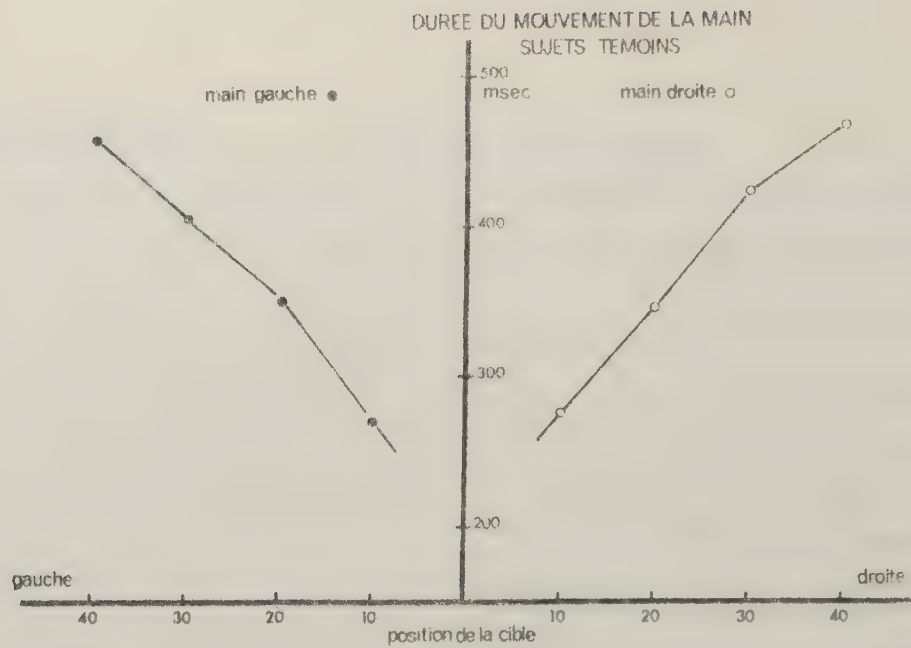


Figure 29 - Durée du mouvement de la main en fonction de l'excentricité de la cible chez les sujets témoins, en condition vision fovéale-boucle fermée.

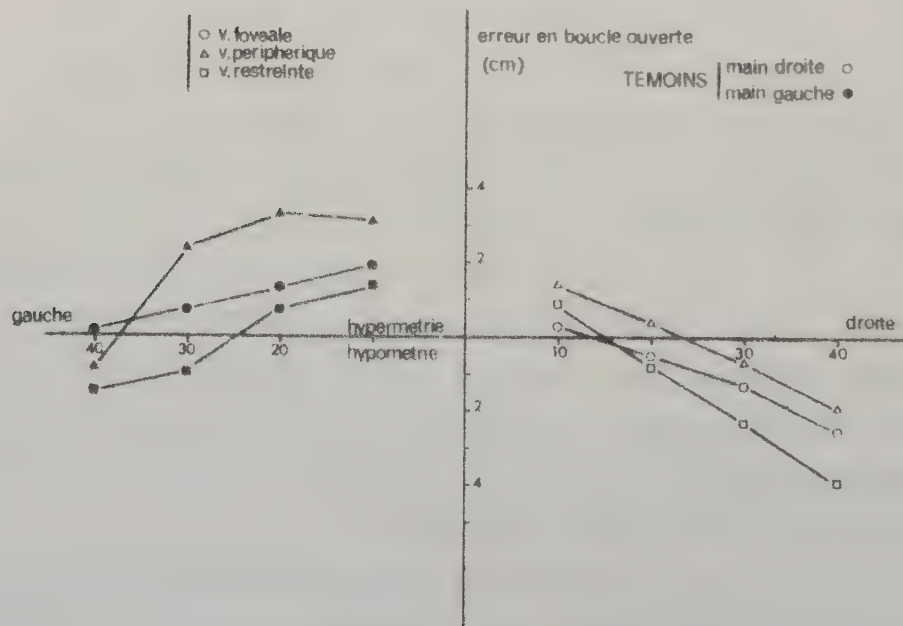


Figure 30 - Erreur de pointage de la main droite et de la main gauche, en boucle ouverte, dans les 3 conditions oculomotrices.

1.4) Discussion des résultats

1.4.1. - Système oculomoteur :

Les données relatives au fonctionnement du système oculomoteur sont celles décrites par Prablanc et Jeannerod (1975) et Prablanc et coll. (1978). Une saccade dirigée vers une cible périphérique ne parvient à aligner l'axe du regard directement sur celle-ci que si l'excentricité est inférieure à 10° environ. Au delà, la saccade est trop courte, déterminant une erreur entre la position de l'oeil et celle de la cible, n'excédant pas 10% de l'amplitude du mouvement. Cette erreur est corrigée par une saccade de correction qui permet la fovéalisation.

Si la boucle oculomotrice est ouverte (VR), les saccades de correction sont rares - les informations réafférentes visuelles faisant défaut - et la position de l'oeil est hypométrique par rapport à la position de la cible.

L'absence de corrélation en VR entre l'erreur de la saccade oculaire et du pointage manuel semble indiquer que le codage de l'amplitude du mouvement de la main ne s'effectue probablement pas sur la base de la position de l'axe oculaire.

Si l'on considère d'autre part, l'absence de corrélation entre la latence des réponses oculaire et manuelle, on peut penser que la mise en jeu des 2 systèmes de commande est plutôt organisée en parallèle qu'en série.

1.4.2. - Comparaison de la précision du pointage entre les 2 mains :

Tous les sujets enregistrés sont droitiers. Les pointages effectués avec la MG sont plus dispersés qu'avec la MD, comme l'a déjà souligné Woodworth (1899).

1.4.3. - Comparaison de la précision du pointage entre les champs :

Pour chaque main, les performances sont moins bonnes lorsque le mouvement s'effectue dans le champ controlatéral : augmentation de la latence manuelle, de la durée du mouvement, diminution de la précision.

On peut voir dans cette différence, la conséquence du contrôle inter-hémisphérique que requièrent les mouvements croisant la ligne médiane (Van der Staak, 1975).

1.4.4. - Facteurs déterminants de la précision manuelle :

Il s'agit essentiellement de la vision de la position initiale de la main et de la fovéalisation de la cible.

- La seule vision statique de la main (BOX) suffit à améliorer les performances par rapport à la B0.

Prablanc et coll. (1979b) estiment qu'en BF et en BOX, la vision initiale de la main permet une calibration proprioceptive de celle-ci, favorisant la coïncidence des cartes spatiales visuelles et sensorimotrices et la sélection du programme moteur adapté.

- La fovéalisation détermine une localisation des cibles plus précise que si le signal oculomoteur informant de la direction du regard n'est pas associé à une information réafférente visuelle fovéale (VR), et à fortiori que si la localisation est limitée à la VP.

Un schéma d'organisation en 3 étapes de la coordination visuo motrice est proposé par Prablanc et coll. (1979 a - b) :

- exécution d'un programme assez approximatif de transport de la main à partir des conditions initiales : position de départ de la main (visuelle, proprioceptive) et du signal rétinien périphérique.

- après fovéalisation, modulation du programme de la main sur la base des informations de position ainsi précisées.

- correction finale de la trajectoire par le rétro-contrôle visuel de la main et de la cible.

2°) Résultats chez les sujets porteurs d'une ataxie optique

Trois de nos patients ont été retenus pour cette étude expérimentale. Les critères de sélection ont été d'une part la pureté de l'ataxie optique, indemne de tout élément déficitaire, en particulier proprioceptif, d'autre part, la parfaite aptitude pour les sujets à comprendre les consignes.

Il s'agit de 2 patients porteurs d'une lésion gauche (Red. et Vil.) et d'une patiente porteur d'une lésion droite (Pon.).

Les tests statistiques utilisés dans cette étude sont le test de comparaison de moyennes (test de Student) et le test de comparaison des coefficients de corrélation (Bravais-Pearson).

2.1) Analyse des latences

2.1.1 - Latence des saccades oculaires (figures 31-32) :

2.1.1.a - Red.

La latence oculaire est globalement augmentée par rapport aux sujets témoins. Cette augmentation n'est cependant pas symétrique entre les 2 côtés.

Dans le champ gauche, l'accroissement de la latence avec l'excentricité de la cible est parallèle à celui des témoins, avec des valeurs globalement augmentées de 60ms environ. En condition BF-VF, la latence est de 282ms pour 10° gauche et de 340ms pour 40° gauche ; la différence représente 58ms contre 64ms chez les témoins dans la même condition.

Dans le champ droit, la latence n'est pas significativement différente par rapport au champ G pour les cibles situées à 10 et 20°. Par contre, on note, pour les cibles à 30° et 40° une latence plus élevée du côté droit (70ms en BF-VF). signif. à $p < 0,01$). En condition BF-VF, la latence est ainsi de 289ms pour 10° droit et 437ms pour 40° droit ; la différence de 135ms est nettement supérieure aux 35ms des témoins.

L'accroissement de la latence avec l'excentricité de la position de la cible apparaît beaucoup plus rapide dans le champ droit que dans le champ gauche. La différence de latence pour 2 cibles successives est 2 fois plus importante entre 30 et 40° qu'entre 10 et 20° (77ms et 30ms respectivement).

Ces données se retrouvent dans pratiquement toutes les sessions et notamment en B0-VR, et BOX-VF.

Comme chez les sujets témoins, le type de boucle visuo-manuelle ne joue pas sur les latences. Par contre, la condition oculomotrice intervient, mais de façon non systématique :

La latence est supérieure de 40ms en VF par rapport à la VR, en boucle BF ($p < 0,05$) ; à l'opposé, elle est supérieure en VR dans la condition B0, de 70ms ($p < 0,05$).

Un dernier élément mérite d'être signalé : en condition B0-VF, la latence oculaire est diminuée dans le champ gauche si la main gauche doit être mobilisée (différence de 34ms $p < 0,025$) ; inversement elle est plus courte dans le champ droit si la main droite est utilisée (30ms $p < 0,025$).

Résumé

Latences globalement augmentées par rapport aux témoins.

. dans le champ gauche : la pente d'accroissement de la latence en fonction de l'excentricité est parallèle à celle des témoins, décalée de 60ms.

. dans le champ droit : cet accroissement est plus rapide pour les cibles situées au delà de 20° , ce que l'on peut interpréter comme dû à une relative "inattention visuelle" pour les stimuli les plus périphériques.

2.1.1.b - Vil.

Les latences se rapprochent plus de celles des sujets témoins. L'augmentation de la latence avec l'excentricité de la cible est comparable à celle des témoins (même plus discrète) ; elle est pratiquement symétrique entre les 2 champs.

En BF-VF, elle varie à droite entre 246 et 266ms (pour 10° et 40° , respectivement) et les valeurs correspondantes à gauche sont 234 et 239ms.

Il existe cependant une discrète augmentation des latences dans le champ droit.

Lors des sessions où la main droite est mobilisée, la latence oculaire pour les cibles à 10 et 20° est significativement plus élevée dans le champ droit que dans le champ gauche : ainsi en BF-VF (41ms $p < 0,01$), BO-VF (40ms $p < 0,01$). Il en est de même pour les sessions avec la main gauche ; notamment en BF-VF (50ms $p < 0,01$), en BO-VF (79ms $p < 0,005$) et en BF-VR (77ms $p < 0,005$).

De plus, la moyenne des latences oculaires dans le champ droit est augmentée, en BO-VR, de 135ms par rapport au champ gauche ($p < 0,01$).

Le type de boucle visuo-manuelle ou oculomotrice n'influence pas les latences de manière significative. On peut simplement noter en BO, une latence plus élevée en VR qu'en VF (37ms $p < 0,01$).

Un élément particulier mérite mention même si sa signification nous échappe. Pour les cibles situées à 10 et 20° droit, la latence oculaire est plus courte si la main droite, ipsilatérale, est utilisée ; la différence est significative en BO-VF (49ms $p < 0,01$), en BF-VR (68ms $p < 0,005$) et en BOX-VF (38ms $p < 0,025$). Le même phénomène s'observe pour les cibles situées à 10 et 20° gauche ; la latence oculaire est raccourcie lorsque la main gauche est mobilisée, en BF-VR (41ms $p < 0,01$) et en BO-VR (63ms $p < 0,005$).

Résumé

Latences oculaires "subnormales", discrètement augmentées dans le champ droit.

2.1.1.c - Pon.

La latence oculaire est nettement augmentée par rapport aux témoins dans toutes les situations expérimentales. Dans la condition de BF-VF, elle varie dans le champ droit entre 301ms pour 10° et 449ms pour 40° ; dans le champ gauche, entre 278 et 422ms respectivement.

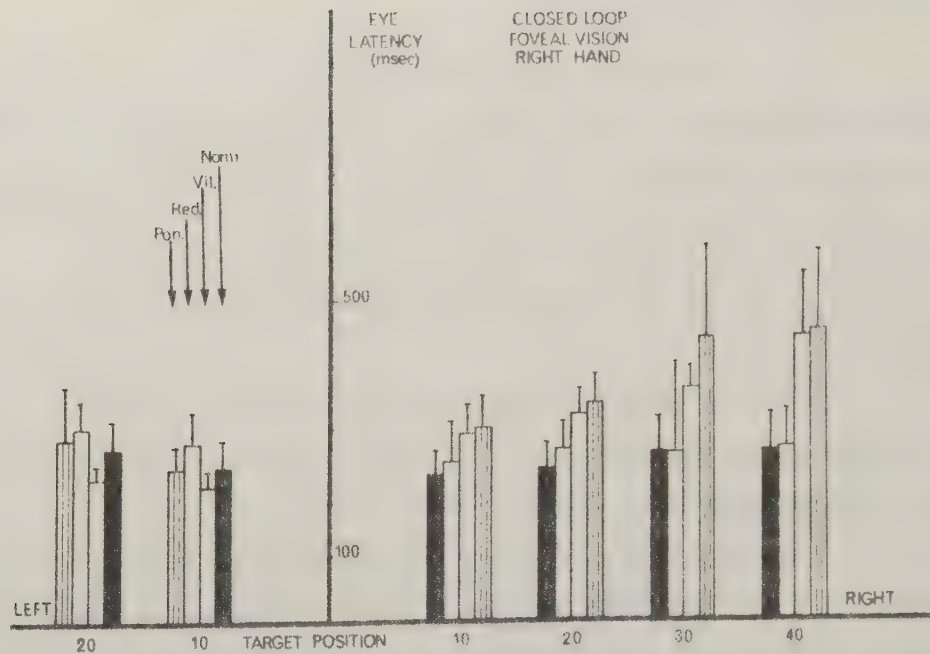


fig31

- Latences oculaires en fonction de la position de la cible en condition boucle fermée-vision fovéale. Valeurs comparatives des sujets témoins (■) des 2 sujets porteurs d'une lésion gauche (□) et du sujet porteur d'une lésion droite (▨).

Figure 31 - Session intéressant la main droite.

Figure 32 - Session intéressant la main gauche.

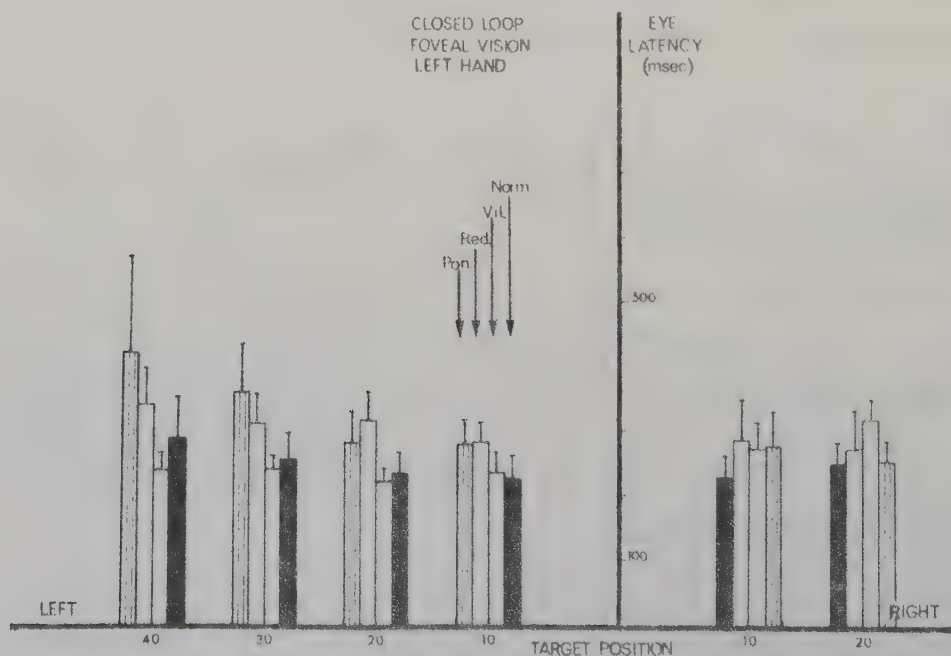


fig32

La latence augmente avec l'excentricité de la cible, de façon symétrique dans les 2 champs. Cette croissance est cependant plus rapide que chez les sujets témoins. Ainsi, si l'on compare la latence oculaire moyenne pour les cibles à 30 et 40° avec celle pour 10 et 20°, la différence atteint, en BF-VF, 126ms dans le champ droit ($p < 0,005$) et 111ms dans le champ gauche ($p < 0,005$).

Cette valeur, chez les témoins est de 30 ms dans le champ droit et 45ms dans le champ gauche.

La latence est plus élevée en BF qu'en BO dans le champ droit ($p < 0,005$). L'étude en VR n'a malheureusement pu être réalisée.

Les différences qui ont pu être notées suivant la main mobilisée sont modestes et globalement non significatives.

Résumé :

La latence est globalement augmentée dans les 2 champs.

Cette augmentation porte surtout sur les cibles les plus périphériques (30 et 40°) permettant d'évoquer une "inattention visuelle" bilatérale et relative.

2.1.2 - Latences de départ de la main (figure 33 à 36) :

2.1.2.a - Red.

- Données générales - comparaison avec les témoins

En condition BF-VF, la latence de la main droite (MD) est comprise entre 358ms pour 10° droit et 420ms pour 40° droit ; les valeurs correspondantes de la main gauche (MG) sont respectivement 419 et 372ms.

Cette latence augmente généralement avec l'excentricité de la cible. Cette croissance est plus sensible pour la MD dans le champ droit (CD) ; si l'on compare, toutes sessions comprises, la latence manuelle pour la cible à 40° et celle pour la cible à 10°, on trouve une différence de 39ms pour la MG dans le champ gauche et de 85ms pour la MD dans le champ droit. Chez les témoins cette différence est minime ; 21ms pour la MG et 29ms pour la MD.

Par rapport aux témoins, la latence de la MD est globalement augmentée de 60 à 100ms, et celle de la MG de 30 à 40ms environ.

- Comparaison entre MD dans le champ droit et MG dans le champ gauche.

Les données précédentes suggèrent que la latence de la MD dans le champ droit est discrètement augmentée par rapport à celle de la MG dans le champ gauche.

Si l'on considère la latence moyenne pour toutes les cibles droites ou gauches, on trouve en effet, une augmentation significative pour MD/CD de 50ms en BF-VP ($p < 0,05$), 80ms en BF-VR ($p < 0,05$) et 110ms en BOX-VF ($p < 0,01$).

- Comparaison entre les 2 champs pour une même main.

Lorsque la MD doit pointer une cible située dans le champ droit, la latence est discrètement supérieure à celle nécessaire pour pointer la même cible dans le champ gauche ; cependant la différence n'est significative qu'en BF-VP (50ms $p < 0,01$).

La MG présente également une légère augmentation de sa latence pour les cibles situées dans le champ droit, notamment en BF-VR (100ms $p < 0,01$).

- Comparaison entre les 2 mains au niveau d'un même champ

. Dans le champ gauche, la latence de la MD est plus courte que celle de la MG en BF-VF, (70ms. $p < 0,005$). Ce résultat, bien qu'isolé est assez surprenant.

. Dans le champ droit, la latence de la MD est généralement raccourcie par rapport à la MG, en BF-VF (45ms $p < 0,01$), et en BO-VF (60ms $p < 0,01$).

L'explication est plus aisée dans la mesure où la combinaison directe (MD/CD) est à priori plus performante car elle ne fait pas intervenir un contrôle interhémisphérique.

- Comparaison des combinaisons croisées MDCG/MGCD

La latence de la MG pointant dans le champ droit est supérieure à celle de la MD pointant dans le champ gauche ; en BF-VF (70ms $p < 0,01$) en BF-VP (80ms $p < 0,01$), BO-VF (50ms $p < 0,01$).

Ce dernier élément, joint au fait que les latences des 2 mains sont augmentées lorsqu'elles doivent pointer dans le champ droit par rapport au champ gauche, amène à considérer que l'augmentation de la latence de la MD dans le champ droit par rapport à la MG dans le champ gauche est liée plus au facteur "champ droit" qu'au facteur "main droite".

- Influence de la boucle visuo-manuelle

La latence ne diffère pas entre la BF et la BO, aussi bien en VF qu'en VR.

Par contre, en BOX, la latence est considérablement allongée par rapport à la BF. La différence moyenne atteint pour la MD, 170ms dans le champ droit ($p < 0,005$) et 110ms dans le champ gauche ($p < 0,05$). Elle est moins importante pour la MG ; 50ms dans le champ gauche ($p < 0,01$) et 60ms dans le champ droit ($p < 0,01$).

La latence en BFX est allongée par rapport à la BO totale, pour la seule MD (70ms $p < 0,01$).

- Influence de la boucle oculomotrice

Les modifications de latence que l'on observe sont peu importantes et non systématiques. Elle est en particulier plus grande en VR qu'en VF dans la condition BF (60ms $p < 0,01$).

Résumé

La latence manuelle est globalement augmentée par rapport aux témoins.

Cette différence est plus nette pour la MD et surtout pour les cibles les plus périphériques du champ droit.

Les comparaisons entre les 2 mains au niveau de chaque champ et des combinaisons croisées semblent indiquer que l'augmentation de la latence est liée au facteur champ visuel (droit).

La latence de la MD en BOX est très nettement augmentée.

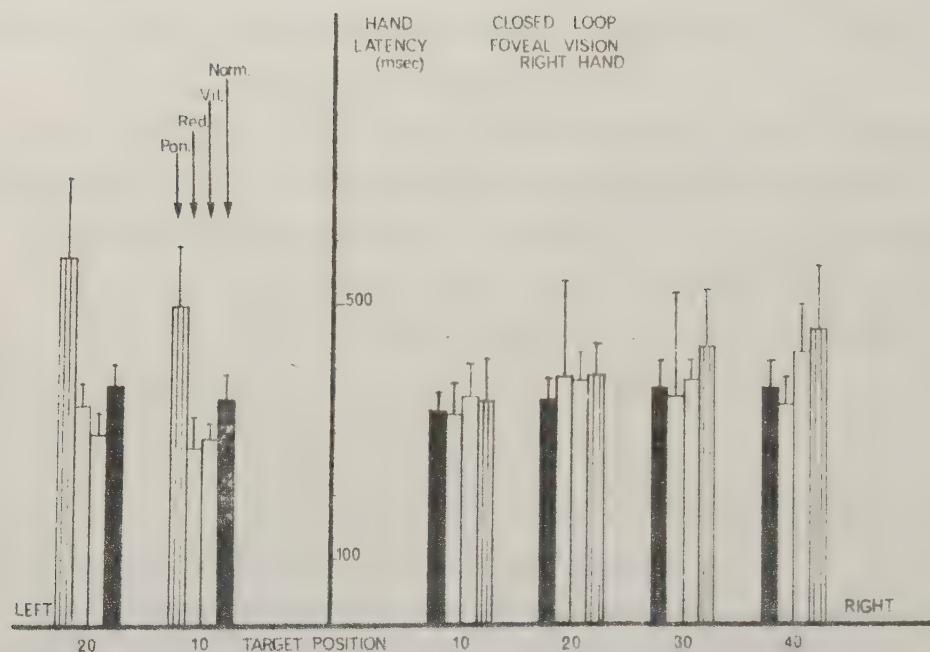
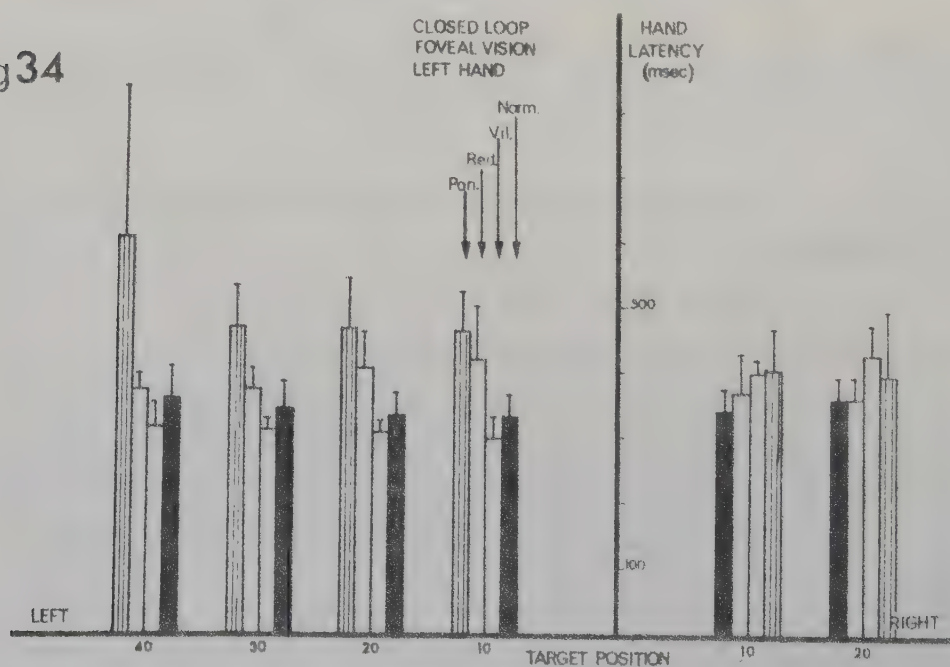


fig33

Latences de la main droite (fig. 33) et de la main gauche (fig. 34) en condition boucle fermée-vision fovéale. Valeurs comparatives des sujets témoins (■), des 2 sujets porteurs d'une lésion gauche (□) et du sujet porteur d'une lésion droite (▨).

fig34



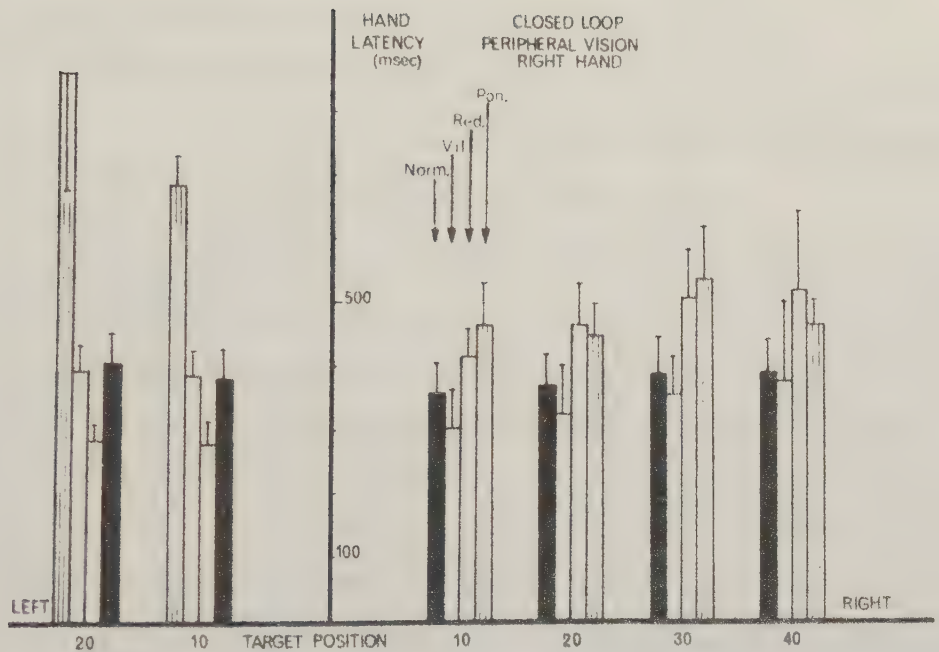


fig35

Latences de la main droite (fig. 35) et de la main gauche (fig. 36) en condition boucle fermée-vision périphérique. Valeurs comparatives des sujets témoins (■), des 2 sujets porteurs d'une lésion gauche (□) et du sujet porteur d'une lésion droite (▨).

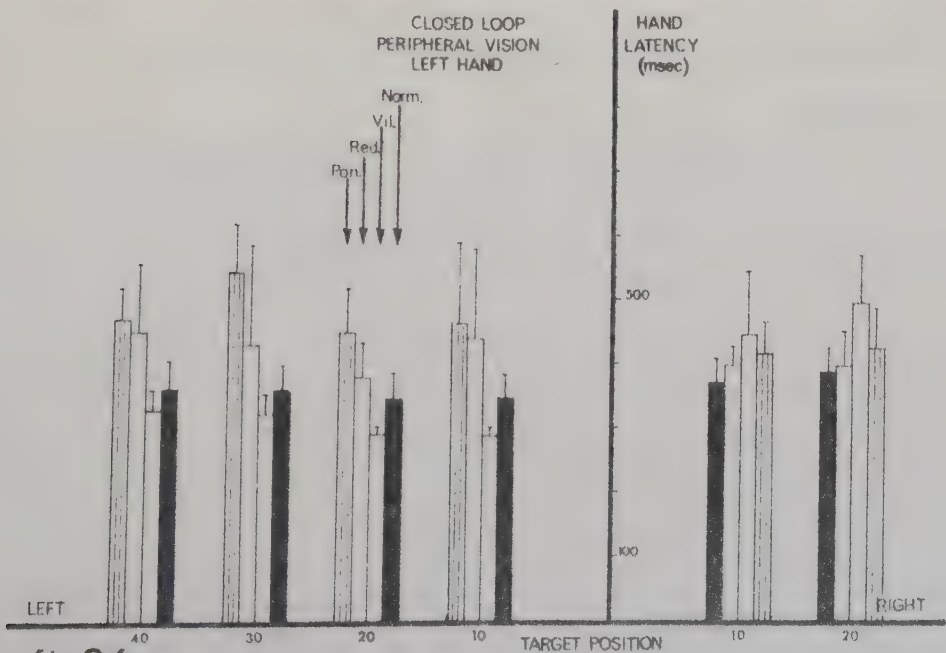


fig36

2.1.2.b - Vil.

- Données générales - comparaison avec les témoins

Dans la condition BF-VF, la latence de la MD dans le champ droit varie entre 328 et 385ms ; celle de la MG dans le champ gauche entre 298 et 316ms.

L'accroissement de la latence avec l'excentricité de la position de la cible est peu important. Cette croissance est symétrique pour les 2 mains ; si l'on compare, toutes sessions confondues, la différence de latence manuelle pour la cible à 40° et celle à 10°, on trouve une différence de 29ms pour la MD (dans le champ droit) et de 35ms pour la MG (dans le champ gauche). Ces valeurs semblent les mêmes que chez les sujets témoins (21 et 29ms).

Les latences de la MG sont globalement inférieures de 30-40ms à celles des témoins ; les latences de la MD sont en revanche très voisines de ces valeurs.

- Comparaison entre MD dans le champ droit et MG dans le champ gauche.

La latence de la MD dans le champ droit est généralement plus élevée que celle de la MG dans le champ gauche. En cumulant toutes les latences au niveau d'un champ, on trouve une différence significative en BF-VF (44ms $p < 0,05$), BF-VP (33ms $p < 0,05$), et surtout en BOX-VF (178ms $p < 0,005$) et en BFX-VF (162ms $p < 0,005$).

- Comparaison entre les 2 champs pour une même main

Les 2 mains présentent une latence plus élevée lorsqu'elles doivent pointer une cible située dans le champ droit : . Ainsi pour la MD, l'augmentation de latence dans le champ droit par rapport au champ gauche est de 61ms en BF-VF ($p < 0,05$), 87ms en BO-VF ($p < 0,01$) et 80ms en BO-VP ($p < 0,005$).

. L'augmentation de la latence dans le champ droit par rapport au champ gauche est encore plus nette pour la MG : 60ms en BF-VF ($p < 0,005$), 108ms en BF-VP ($p < 0,005$), 127ms en BO-VF ($p < 0,005$), 62ms en BO-VP ($p < 0,005$).

- Comparaison entre les 2 mains au niveau d'un même champ

. Dans le champ gauche, on ne trouve aucune différence significative entre les 2 mains.

. Au niveau du champ droit, il en est de même, exception faite de la condition BF-VP, dans laquelle la MG a une latence supérieure de 83ms ($p < 0,005$).

- Comparaison des combinaisons croisées
MD CG/ MG CD

La latence de la MG pointant dans le champ droit est toujours supérieure à celle de la MD pointant dans le champ gauche ; ainsi en BF-VF (68ms $p < 0,005$), en BF-VP (117ms $p < 0,005$) et en BO-VP (92ms $p < 0,005$).

Comme pour le précédent patient, ces éléments suggèrent que l'augmentation de la latence pour la MD dans le champ droit est essentiellement liée au facteur "champ visuel droit".

- Influence de la boucle visuo-manuelle

La latence en BO est supérieure à celle en BF pour la MD dans le champ droit (50ms $p < 0,05$) et pour la MG dans le champ droit (71ms $p < 0,005$).

La différence la plus manifeste est l'augmentation considérable de la latence en BOX par rapport à la BF ; pour la MD, elle est de 201ms dans le champ droit ($p < 0,005$) et 116ms dans le champ gauche ($p < 0,005$) alors qu'elle n'atteint pour la MG que 67ms dans le champ gauche ($p < 0,005$).

La latence en BFX est toujours supérieure à celle en BO pour la MD dans le champ droit (105ms $p < 0,005$) et pour la MG dans le champ gauche (30ms $p < 0,05$).

On observe, pour la MD dans le champ droit :

Une latence supérieure en BFX à celle en BF (155ms $p < 0,005$).

Une latence plus élevée en BOX qu'en BO (151ms $p < 0,005$).

Une latence plus grande en BOX qu'en BFX, aussi bien dans le champ droit (46ms $p < 0,05$) que dans le champ gauche (85ms $p < 0,005$).

- Influence de la boucle oculomotrice

Il n'y a pas de tendance systématique :

. En BF ;

La latence en VR est supérieure à celle en VF, uniquement pour les combinaisons croisées (MDCG : 43ms $p < 0,01$; MG CD : 48ms $p < 0,01$).

La latence en VR est plus grande qu'en VP pour la MD dans le champ gauche (60ms $p < 0,005$).

. En BO ;

Au contraire, la latence en VF est plus élevée qu'en VR pour la MD dans le champ droit (53ms $p < 0,01$). Elle est également plus grande en VF qu'en VP, pour la MD dans le champ droit (45ms $p < 0,01$) et pour la MG dans le champ droit (68ms $p < 0,005$).

Enfin, la latence de la MD dans le champ gauche est plus élevée en VR qu'en VP (32ms $p < 0,01$).

Résumé

Les latences sont peu différentes de celles des témoins.

Il existe cependant une asymétrie, puisque la latence de la MD dans le champ droit est significativement supérieure à celle de la MG dans le champ gauche.

Cette augmentation de latence paraît essentiellement liée au facteur champ visuel.

La latence en BOX est considérablement augmentée par rapport à celle en BF, pour la MD.

2.1.2.c. Pon.

- Données générales - comparaison avec les témoins

Dans la condition BF-VF, la latence de la MD est comprise entre 348ms (10°D) et 459ms (40°D) ; pour la MG, elle se situe entre 465ms (10°G) et 608ms (40°G).

La latence manuelle augmente avec l'excentricité de la position de la cible. Cet accroissement est relativement symétrique entre les 2 côtés, puisque la différence moyenne de latence entre la cible de 10° et celle de 40° est de 60ms pour la MD dans le champ droit et de 80ms pour la MG dans le champ gauche. Cette différence est environ 3 fois supérieure à celle des témoins.

L'augmentation importante de la latence manuelle pour les cibles les plus périphériques se manifeste dans les 2 champs, mais surtout dans le champ gauche avec la MG. Ainsi la différence entre la latence moyenne pour les cibles à 10-20° ("proches") et celle pour les cibles à 30-40° ("périphériques") est plus importante pour la MG dans le champ gauche ; en BO-VF, 59ms pour MD CD ($p < 0,025$) contre 127ms pour MG CG ($p < 0,01$) ; en BFX, 44ms pour MD CD (NS) contre 269ms pour MG CG ($p < 0,005$).

Les latences globales des 2 mains sont supérieures à celles des témoins. La différence est de l'ordre de 60 à 100ms pour la MD dans le champ droit, et 200ms pour la MG dans le champ gauche.

- Comparaison entre MD dans le champ droit et MG dans le champ gauche.

La latence de MG dans le champ gauche est très nettement supérieure ; 96ms en BF-VF ($p < 0,005$), 102ms en BO-VF ($p < 0,005$), 189ms en BFX-VF ($p < 0,005$), 241ms en BOX-VP ($p < 0,005$).

- Comparaison entre les 2 champs pour une même main.

L'asymétrie est nette ; la latence de chaque main est constamment augmentée lorsqu'elle doit pointer une cible apparaissant dans le champ gauche plutôt que dans le champ droit.

- La latence de la MD est ainsi augmentée, dans le champ gauche, de 170ms en BF-VF ($p < 0,005$), 315ms en BF-VP ($p < 0,005$), 275ms en BO-VF ($p < 0,005$) et de 189ms en BO-VP ($p < 0,005$).

- Pour la MG, la différence est moins nette, et n'est significative qu'en BF-VF (68ms $p < 0,025$).

- Comparaison entre les 2 mains au niveau d'un même champ

. Dans le champ droit, il n'y a pas de différence significative de latence entre les 2 mains.

. Dans le champ gauche, la latence de la MD est toujours supérieure à celle de la MG. La différence est de 73ms en BF-VF ($p < 0,05$), 315ms en BF-VP ($p < 0,005$), 207ms en BO-VF ($p < 0,005$).

- Comparaison des combinaisons croisées

La latence est toujours très nettement supérieure lorsque la MD pointe dans le champ gauche, à celle de la MG pointant dans le champ droit. La différence moyenne atteint 140ms en BF-VF ($p < 0,005$), 350ms en BF-VP ($p < 0,005$), 227ms en BO-VF ($p < 0,005$), 392ms en BOX-VP ($p < 0,005$).

Là encore, il semble que le facteur déterminant l'augmentation de la latence manuelle dans le champ gauche pour la MG, est un facteur essentiellement lié au champ visuel gauche.

- Influence de la boucle visuo manuelle

En VF, la latence en BO est toujours supérieure à celle en BF, pour les 2 mains ; ainsi pour la MD dans le champ droit (91ms $p < 0,005$) dans le champ gauche (205ms $p < 0,005$), et pour la MG dans le champ droit (118ms $p < 0,005$) et dans le champ gauche (97ms $p < 0,005$).

Cette différence est moins nette en VP ; elle est supérieure en B0 pour la MG dans le champ gauche (154ms $p < 0,005$), mais supérieure en BF pour la MD dans le champ droit (58ms $p < 0,005$).

La latence en BOX-VP est plus courte qu'en BF-VP pour la MD dans le champ droit ($p < 0,025$). Par contre, elle est très nettement augmentée par rapport à la BF pour la MG dans le champ gauche (195ms $p < 0,005$).

En VF, la latence en BOX est plus courte qu'en B0, pour la MG dans le champ gauche (110ms $p < 0,01$).

Pour la MD dans le champ droit, elle est supérieure en B0 par rapport à la BFX (107ms $p < 0,005$).

- Influence de la boucle oculomotrice

Les modifications sont également non-univoques :

. En BF, la latence pour la MD dans le champ droit est plus grande en VP qu'en VF (69ms $p < 0,005$).

. En B0, elle est par contre plus grande en VF qu'en VP, pour la MD (80ms $p < 0,005$).

. En BOX, elle est plus courte, pour la MG, en VF qu'en VP (184ms $p < 0,005$).

Résumé

- . Les latences sont globalement augmentées des 2 côtés.
- . Cette augmentation est plus nette pour la MG dans le champ gauche.
- . Cette augmentation très nette de latence est essentiellement liée au facteur "champ visuel".
- . La latence est plus grande en B0 qu'en BF, pour les 2 mains, et est augmentée en BOX-VP pour la MG.

2.1.3. - Comparaisons des latences de l'oeil et de la main.

2 de nos patients (Vil. et Pon.) présentent une augmentation de l'écart entre la latence de la main et celle de l'oeil, dès lors qu'ils doivent pointer des cibles situées dans le champ visuel opposé à la lésion. Cette tendance se manifeste pour les 2 mains (figure 37)..

Tout se passe comme s'ils "retardaient" le départ de leur main en direction du champ droit (Vil.) ou du champ gauche (Pon.).

Cet écart, de l'ordre de 60ms chez Vil., est nettement supérieur chez Pon., puisqu'il atteint 220ms. Par contre, il n'existe pas de différence nette chez Red.

Le calcul des coefficients de corrélation entre les latences oculaires et manuelles montre que ce coefficient est relativement élevé (figure 38). Il semble supérieur à celui noté chez les sujets témoins. Il n'est cependant pas plus important au niveau d'un champ visuel donné.

Nous n'avons pas trouvé de corrélation nette entre la latence de départ de la main et la latence d'arrivée de l'oeil sur la cible, chez Vil.. Dans toutes les situations, ce coefficient est inférieur à 0,5.

2.2) Analyse des durées

2.2.1. - Durée de la saccade oculaire

La durée de la saccade est tout à fait comparable, chez les 3 patients, à celle du sujet normal. Ainsi, une saccade d'amplitude 10° est effectuée en 40 à 50ms, 20° en 70-80ms, 40° en 120-140ms.

On peut donc considérer que la vitesse moyenne des saccades est conservée.

MG

	40° G	30° G	20° G	10° G	10° D	20° D
BF	32	63	91	137	128	109
B0	52	40	71	89	94	74
B0X	76	97	34	137	137	140
BFX	40	67	74	112	135	103
MOYENNE		93			115	

Red.

	40 G	30 G	20 G	10 G	10 D	20 D
BF	77	69	88	64	83	89
B0	67	66	100	101	151	148
B0X	150	176	115	150	256	277
BFX	101	126	113	135	184	179
MOYENNE		108			171	

Vil.

	40 G	30 G	20 G	10 G	10 D	20 D
BF	186	111	188	187	129	141
B0	253	334	208	276	228	236
B0X	354	179	186	199	149	134
BFX	417	316	186	187	142	109
MOYENNE		202			159	

Pon.

MD

	20° G	10° G	10° D	20° D	30° D	40° D
BF	36	68	69	39	16	-17
B0	46	36	60	44	46	49
B0X	138	124	132	175	240	207
BFX	141	188	156	108	94	63
MOY...		97		98		

	20 G	10 G	10 D	20 D	30 D	40 D
BF	82	81	32	121	93	75
B0	98	111	150	156	149	150
B0X	234	191	275	282	332	346
BFX	109	135	209	198	296	264
MOY...		130		185		

	20 G	10 G	10 D	20 D	30 D	40 D
BF	194	264	47	54	-8	10
B0	468	392	103	222	194	180
B0X						
BFX	334	265	139	92	114	-39
MOY...		336		110		

Figure 37

Délai moyen entre le départ de l'oeil et de la main, pour chaque cible, dans les 4 boucles visuo manuelles, en vision fovéale (en ms.).

Red...

:	:	:	:
:	:	MD/CD	MG/CG
:	:	:	:
:	BF VF	0,76 ^{**}	0,49 [*]
:	:	:	:
:	BO VF	0,58 ^{**}	0,73 ^{**}

Vil...

:	:	:	:
:	:	MD/CD	MG/CG
:	:	:	:
:	BF VF	0,70 ^{**}	0,75 ^{**}
:	:	:	:
:	BO VF	0,64 ^{**}	0,47 [*]

Pon...

:	:	:	:
:	:	MD/CD	MG/CG
:	:	:	:
:	BF VF	0,65 ^{**}	0,71 ^{**}
:	:	:	:
:	BO VF	0,37 ⁺	0,02

FIGURE 38

Coefficients de corrélation (R) entre la latence oculaire et la latence manuelle chez les 3 patients.

^{**} Signif. $p < 0,001$

^{*} Signif. $p < 0,01$

⁺ Signif. $p < 0,05$

2.2.2. - Durée du mouvement de la main (figure 39 à 46).

2.2.2.a. Red.

- Données générales - comparaison avec les témoins

En condition BF-VF, la durée de transport de la MG est comprise, dans le champ gauche, entre 401ms (10°) et 637ms (40°) ; les valeurs correspondantes pour la MD dans le champ droit sont respectivement 583 et 1143ms.

La "lenteur" de la MD par rapport à la MG est proportionnellement identique pour toutes les cibles ; la durée du mouvement croît régulièrement avec l'amplitude du mouvement effectué.

Les mouvements sont plus lents que ceux des témoins. La différence moyenne est de l'ordre de 80 à 140ms pour la MG dans le champ gauche, et de 350 à 430ms pour la MD dans le champ droit.

- Comparaison entre MD dans le champ droit et MG dans le champ gauche.

La lenteur relative de la MD est manifeste ; elle se retrouve dans toutes les sessions. La différence moyenne pour l'ensemble des cibles est de 350ms en BF-VF ($p < 0,005$), 370ms en BF-VP ($p < 0,005$), 70ms en B0-VF ($p < 0,01$), 210ms en BFX ($p < 0,005$) et 160ms en BOX ($p < 0,01$).

Cette différence est en fait minimisée dans la mesure où le plus souvent les pointers de la MD sont hypométriques.

- Comparaison entre les 2 champs pour une même main.

La MD est généralement plus lente lorsque le mouvement est dirigé vers une cible dans le champ droit (combinaison ipsilatérale), par rapport à la même cible dans le champ gauche. La différence est de 215ms en BF-VP ($p < 0,005$), 110 ms en BOX ($p < 0,005$), 234ms en B0-VP ($p < 0,005$).

Les résultats sont moins nets pour la MG : la durée de son transport est plus courte dans le champ gauche en BF-VP (150ms NS) mais plus élevée dans ce même champ gauche en BF-VF (90ms $p < 0,025$).

- Comparaison entre les 2 mains au niveau d'un même champ.

. Dans le champ droit : La MG est toujours nettement plus rapide que la MD : 360ms en BF-VP ($p < 0,005$), 320ms en BF-VF ($p < 0,005$), 135ms en BO-VF ($p < 0,005$), 180ms en BO-VF ($p < 0,005$).

. Dans le champ gauche : la MG est également plus rapide : 200ms en BF VP ($p < 0,005$), 270ms en BF VF ($p < 0,005$), 140ms en BO VF ($p < 0,005$), 180ms en BO VR ($p < 0,005$).

- Comparaison des combinaisons croisées MD/CG MG/CD

La MG pointant dans le champ droit est toujours beaucoup plus rapide que la MD pointant dans le champ gauche. La différence atteint 150ms en BF VP ($p < 0,01$), 350ms en BF-VF ($p < 0,005$), 190ms en BO VF ($p < 0,005$), 170ms en BO VR ($p < 0,005$).

L'ensemble de ces comparaisons semble indiquer que la "lenteur" du mouvement est plus liée au facteur "main droite" qu'au facteur "champ droit", bien que les 2 facteurs interviennent (Cet effet "main droite" se manifeste dans les 2 champs, mais il est plus important dans le champ droit).

- Influence de la boucle visuo-manuelle

. En BO, contrairement à ce que l'on a noté chez les témoins, on observe une très nette réduction du temps de transport, affectant la MD. Ainsi en VF, la différence moyenne est de 350ms dans le champ droit ($p < 0,005$) et 200ms dans le champ gauche ($p < 0,005$) ; en VP, elle atteint 250ms dans le champ droit ($p < 0,005$) et 190ms dans le champ gauche ($p < 0,01$). En VR, la différence n'est pas retrouvée.

Pour la MG, on ne note pas de différence significative de la durée de transport entre la BF et la B0.

Ces 2 éléments expliquent, qu'en B0-VF, il n'existe plus guère de différence de rapidité entre les 2 mains (70ms).

En BOX, la durée de transport de la MD est augmentée par rapport à la B0 (200ms $p < 0,025$) mais diminuée par rapport à la BF (150ms $p < 0,05$).

En BFX, cette durée est plus courte qu'en BF totale pour la MD (250ms $p < 0,05$) et pour la MG (100ms $p < 0,005$). Elle est également plus courte qu'en B0 pour la seule MG (60ms $p < 0,005$).

- Influence de la boucle oculomotrice

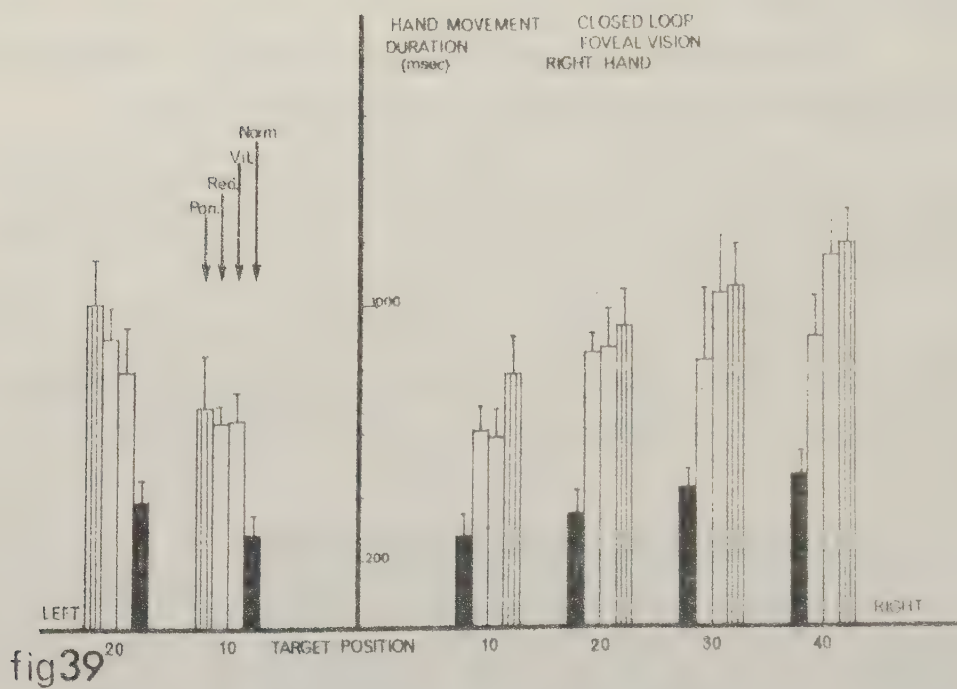
Comme chez les sujets normaux, l'extinction de la cible au départ de l'oeil (VR) accélère le mouvement de la main. Ceci s'observe en fait avec la MG ; par rapport à la VF, la différence dans le champ gauche est de 120ms en BF ($p < 0,01$) et de 70ms en B0 ($p < 0,05$).

Cette accélération ne semble pas possible avec la MD ; la différence entre VR et VF est réduite à 70ms en BF (NS) et est nulle en B0.

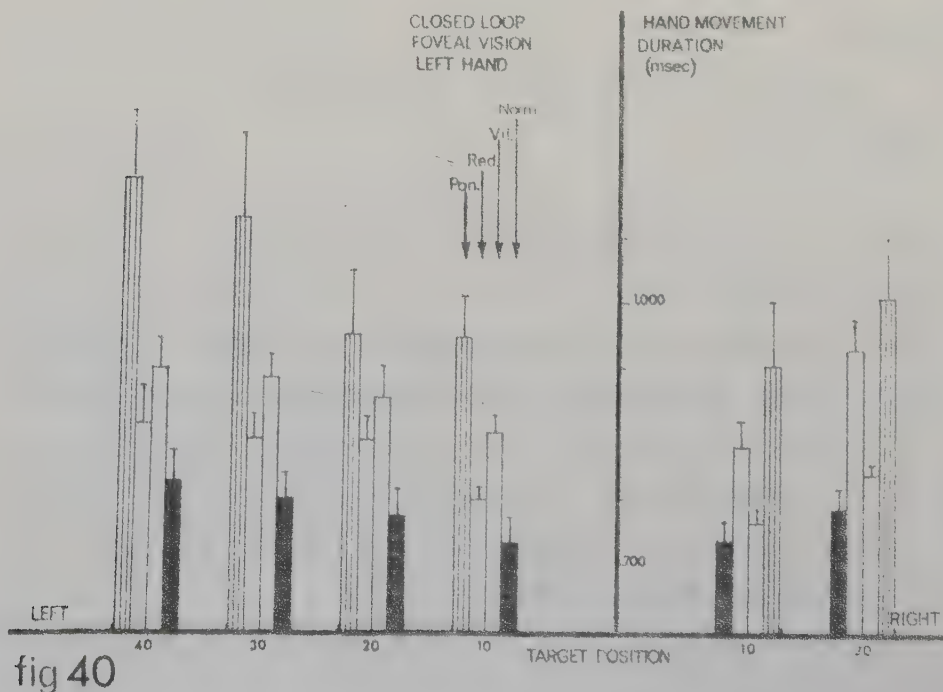
En B0, la durée de transport est augmentée en VP par rapport à celle en VF, pour la MD dans le champ droit (120 ms $p < 0,01$) ; c'est l'inverse, dans la même condition, pour la MG (80ms $p < 0,01$).

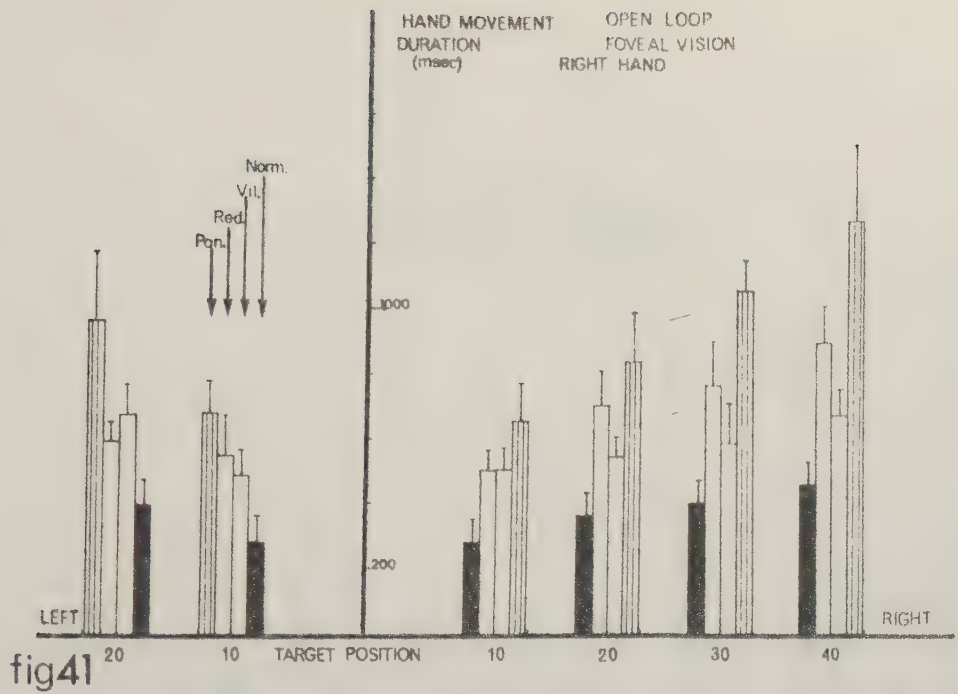
Résumé

- . Le mouvement est plus lent que chez les témoins.
- . La MD est nettement ralentie par rapport à la MG, dans les 2 champs, et surtout dans le champ droit. Cette lenteur est liée pour une part au facteur "champ droit", mais surtout au facteur "main droite".
- . Le temps de transport est nettement réduit pour la MD, en B0 par rapport à la BF.
- . La condition VR réduit le temps de transport de la MG.

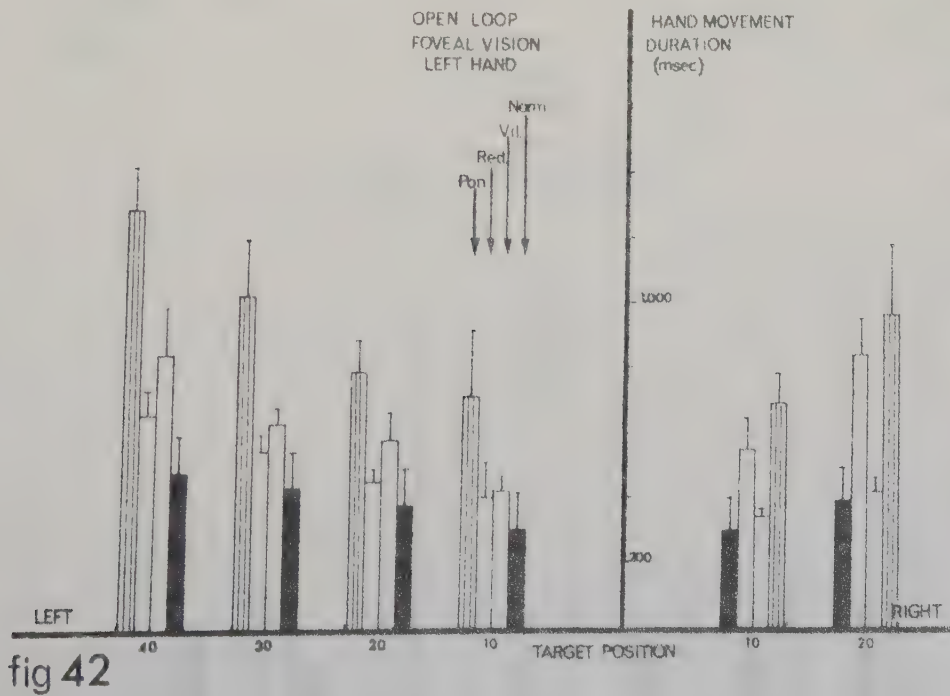


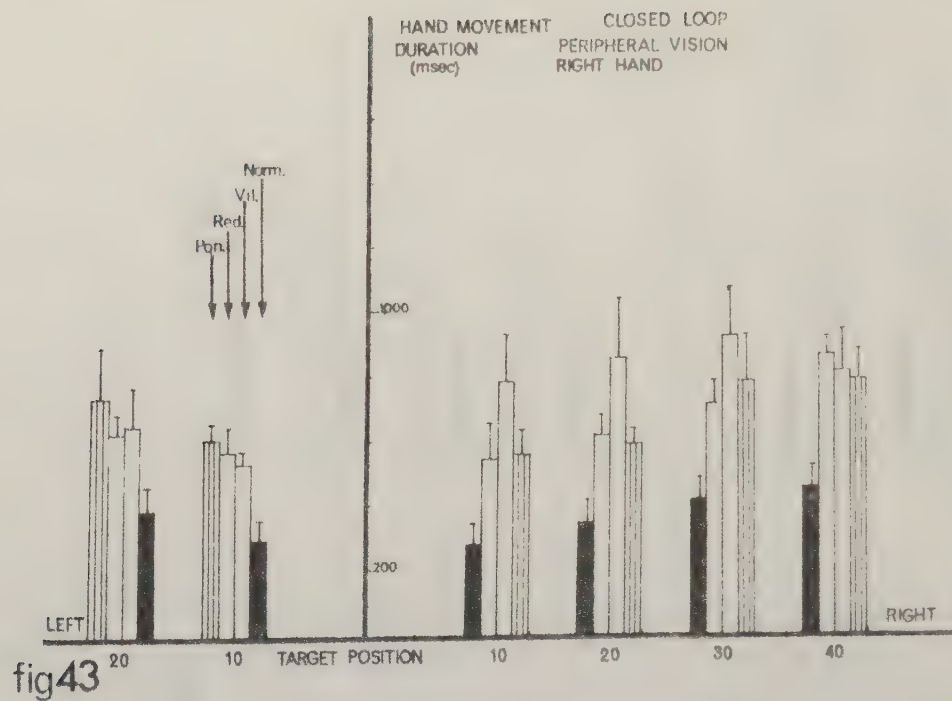
Durée du mouvement de transport de la main droite (fig. 39) et de la main gauche (fig. 40) en condition boucle fermée-vision fovéale. Valeurs comparatives des sujets témoins (■), des 2 sujets porteurs d'une lésion gauche (□) et du sujet porteur d'une lésion droite (▨).



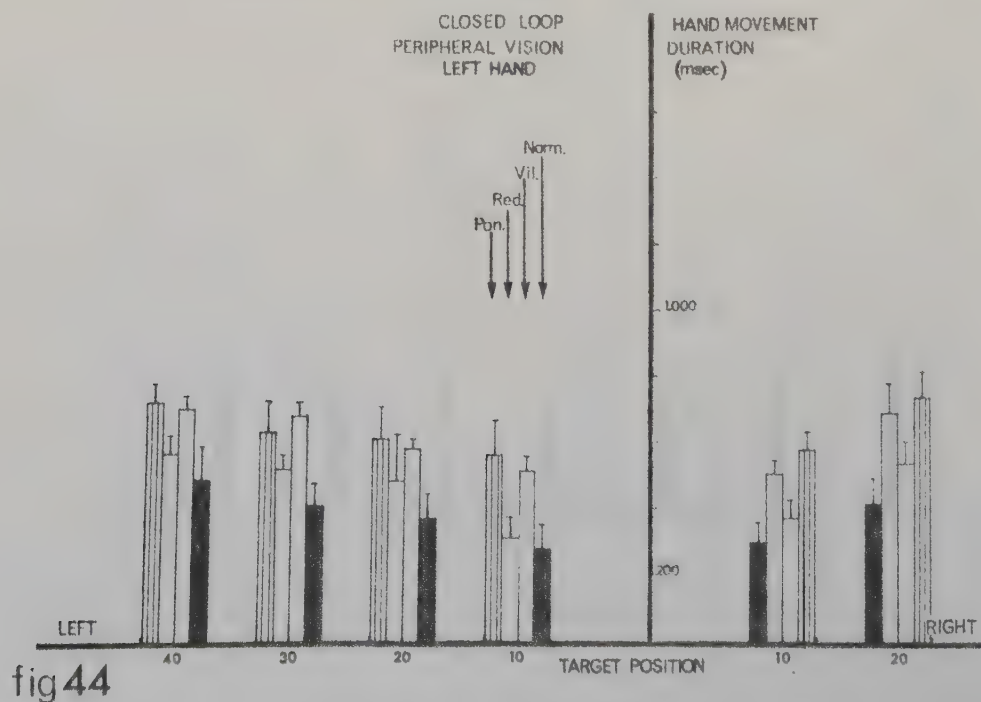


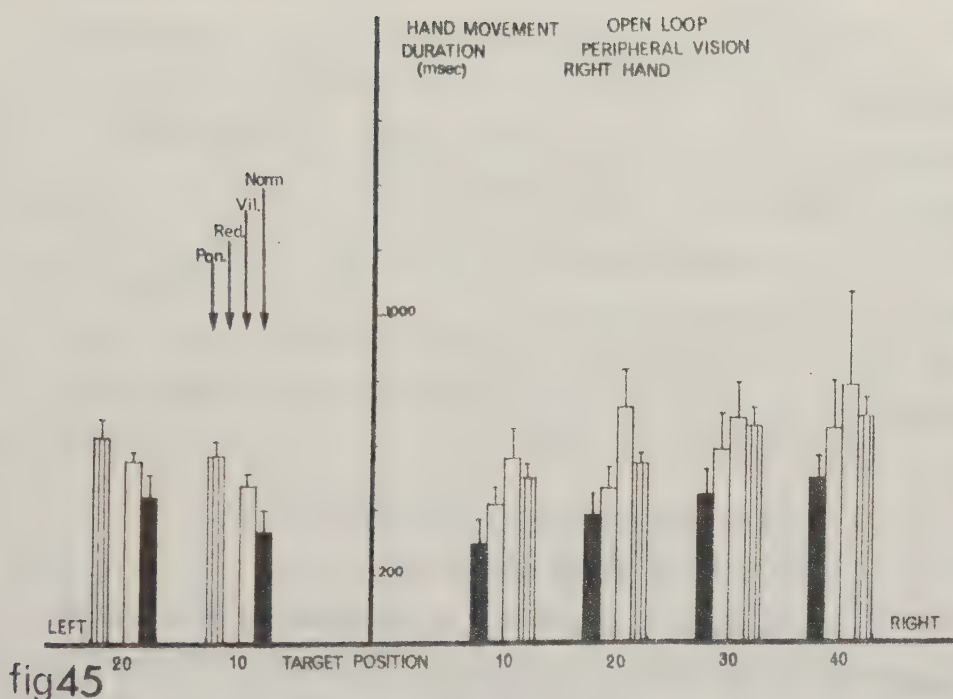
Durée du mouvement de transport de la main droite (fig. 41) et de la main gauche (fig. 42) en condition boucle ouverte-vision fovéale. Valeurs comparatives des sujets témoins (■), des 2 sujets porteurs d'une lésion gauche (□) et du sujet porteur d'une lésion droite (▨).



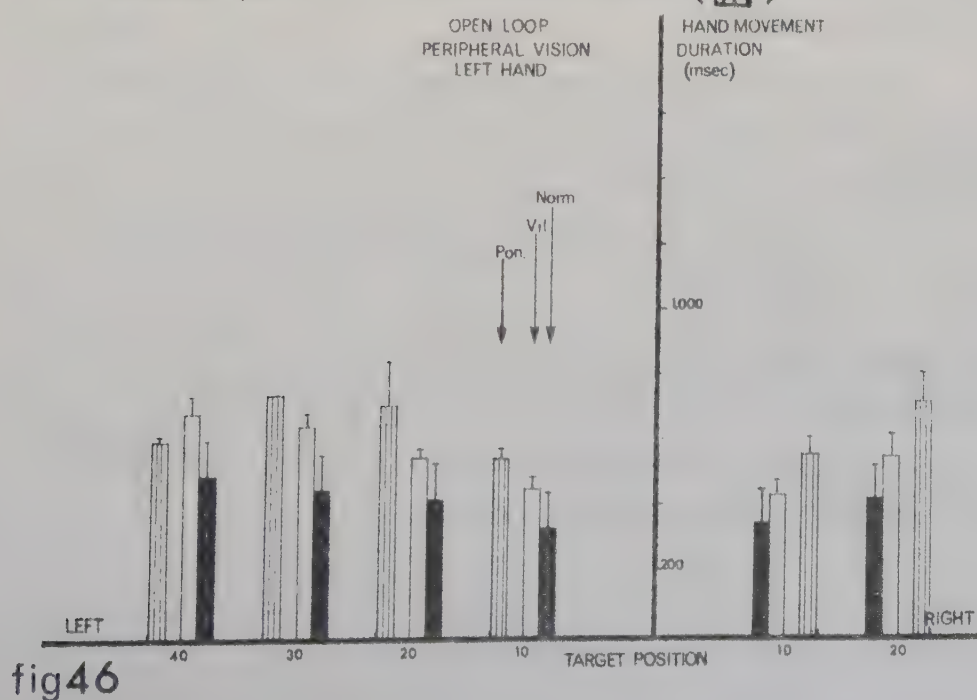


Durée du mouvement de transport de la main droite (fig. 43) et de la main gauche (fig. 44) en condition boucle fermée-vision périphérique. Valeurs comparatives des sujets témoins (■), des sujets porteurs d'une lésion gauche (□) et du sujet porteur d'une lésion droite (▨).





Durée du mouvement de transport de la main droite (fig. 45) et de la main gauche (fig. 46) en condition boucle ouverte-vision périphérique. Valeurs comparatives des sujets témoins (■), des sujets porteurs d'une lésion gauche (□) et du sujet porteur d'une lésion droite (▨)



2.2.2.b. Vil.

- Données générales - comparaison avec les témoins

La durée du mouvement augmente avec l'amplitude du geste, elle-même liée à l'excentricité de la cible. En BF-VF, elle est comprise pour la MD entre 605ms (10°D) et 894ms (40°D), et pour la MG entre 610ms (10°G) et 808ms (40°G).

Les mouvements sont également plus lents que ceux des témoins. La différence moyenne est de l'ordre de 250-300ms pour la MG dans le champ gauche et atteint 300-400ms pour la MD dans le champ droit. Cette valeur est à peu près identique pour chacune des excentricités.

- Comparaison entre MD dans le champ droit et MG dans le champ gauche.

La MD dans le champ droit est généralement plus lente. Cependant, la différence est moins nette que chez Red.; 60ms en BF-VP ($p < 0,05$), 106ms en B0-VF ($p < 0,025$), 144ms en BOX ($p < 0,005$) et 121ms en BFX ($p < 0,005$).

- Comparaison entre les 2 champs pour une même main :

La MD ne présente aucune différence significative pour la durée de son transport vers les cibles situées à 10 et 20° D ou G sauf dans la condition B0-VP, où cette durée est plus courte dans le champ droit (70ms $p < 0,01$).

La MG est par contre toujours plus lente lorsqu'elle pointe dans le champ droit, de 40ms environ, sauf en B0-VF où la différence atteint 193ms ($p < 0,005$).

- Comparaison entre les 2 mains au niveau d'un même champ.

. Dans le champ droit, la MG est discrètement plus lente que la MD mais cette tendance n'atteint pas le seuil de signification.

. Dans le champ gauche, la MD est un peu plus lente, de façon non significative sauf en B0-VF (84ms $p < 0,05$).

- Comparaison des combinaisons croisées

MD CG/ MG CD

Il n'y a aucune tendance systématique : la MG est plus lente en BO-VF (109ms $p < 0,05$) mais plus rapide en BO-VR (51ms NS).

Ces données ne permettent pas d'invoquer, à l'origine de la lenteur de la MD par rapport à la MG, une prédominance du facteur "main" sur le facteur "champ".

Influence de la boucle visuo-manuelle

Le mouvement est nettement plus rapide en condition BO qu'en condition BF, pour les 2 mains.

Ceci apparait pour la MD, en VF, dans le champ droit (73ms NS), dans le champ gauche (136ms $p < 0,01$) ; également en VP, dans le champ droit (147ms $p < 0,005$) et dans le champ gauche (72ms $p < 0,025$). On retrouve la même tendance pour la MG dans le champ gauche, en VF (117ms $p < 0,005$) en VP (83ms $p < 0,005$).

Comme chez Red., cette différence n'est pas retrouvée en VR, pour la MD.

. En BOX, la durée de transport de la MD est plus courte qu'en BF totale (101ms $p < 0,01$).

. En BFX, la durée est plus grande qu'en BO totale, pour la seule MD (125ms $p < 0,005$).

- Influence de la boucle oculomotrice

Comme chez les sujets témoins et chez Red., l'extinction de la cible au départ de l'oeil (VR) accélère le transport de la main par rapport à la VF. La différence pour la MD dans le champ droit atteint 175ms en BF ($p < 0,005$) et 119ms en BO ($p < 0,005$). Elle est encore plus marquée pour la MG dans le champ gauche, avec 283ms en BF ($p < 0,005$) et 249ms en BO ($p < 0,005$).

Comme chez Red., la MG est plus apte à accélérer le mouvement dans cette situation.

A la différence des témoins, le mouvement en VF est toujours plus lent qu'en VP. La différence pour la MD est significative en BF, dans le champ droit (112ms $p < 0,01$) et dans le champ gauche (130ms $p < 0,01$), en B0, dans le champ droit (186ms $p < 0,005$) et dans le champ gauche (66ms $p < 0,005$).

On la retrouve également pour la MG dans le champ gauche mais uniquement en BF (110ms $p < 0,005$).

Résumé

- . Le mouvement est nettement plus lent que chez les témoins.
- . La MD est plus lente que la MG, mais la différence est plus discrète que chez Red. On ne trouve pas ici de prédominance du facteur main sur le facteur champ.
- . Le temps de transport est nettement réduit en B0 par rapport à la BF, pour les 2 mains.
- . La condition VR réduit le temps de transport des 2 mains, mais surtout de la MG.
- . Le mouvement en VF est toujours plus lent qu'en VP.

2.2.2.c. Pon.

- Données générales - comparaison avec les témoins.

La durée du mouvement augmente avec l'amplitude du geste et la position de la cible. En BF-VF, elle est comprise pour la MD entre 782ms (10°D) et 1181ms (40°D) ; pour la MG entre 903ms (10°G) et 1401ms (40°G).

Cette durée est nettement accrue par rapport aux témoins. La différence moyenne est comprise entre 400 et 600ms pour les 2 mains.

- Comparaison entre la MD dans le champ droit
et la MG dans le champ gauche

La MG dans le champ gauche est plus lente que la MD dans le champ droit, dans la seule condition BF-VF (141ms $p < 0,025$). Pour les autres, on ne retrouve aucune différence significative entre les 2 mains.

Il faut cependant noter, qu'en dehors de la BF VF, où la précision des 2 mains est comparable, toutes les autres sessions se caractérisent par une hypométrie importante de la MG, élément qui fausse ainsi la comparaison.

- Comparaison entre les 2 champs pour une
même main.

. La MD est nettement plus lente lorsqu'elle pointe dans le champ gauche. La différence atteint 102ms en BF-VP ($p < 0,01$), 72ms en BO-VP ($p < 0,005$) et 77ms en BOX-VP ($p < 0,005$).

. La MG est légèrement plus rapide lorsqu'elle doit pointer dans le champ gauche plutôt que dans le champ droit : la différence est de l'ordre de 65ms, sans atteindre le seuil de signification.

- Comparaison entre les 2 mains au niveau d'un
même champ

. Dans le champ droit, la MG est toujours plus lente que la MD : 84ms en BF-VP ($p < 0,01$), 111ms en BO-VP ($p < 0,005$), 67ms en BOX-VP ($p < 0,01$).

. Dans le champ gauche, les résultats ne montrent pas de tendance systématique. La MD est plus lente dans la seule condition BF-VP (84ms $p < 0,05$).

- Comparaison des combinaisons croisées MD CG/
MG CD

Il n'existe aucune différence significative.

- Influence de la boucle visuo-manuelle

Comme chez les 2 autres patients, la B0 se caractérise par une réduction nette de la durée de transport, par rapport à la BF. Ceci s'observe essentiellement avec la MG dans le champ gauche en VF (176ms $p < 0,01$). On ne la retrouve pour la MD qu'en VP (77ms $p < 0,01$).

Là encore, l'interprétation de ces résultats doit tenir compte de l'amplitude du geste effectué.

Le temps de transport est diminué en BOX par rapport à la BF : pour la MD, en VP (161ms $p < 0,005$), et pour la MG, en VP (91ms $p < 0,01$) et en VF (444ms $p < 0,005$).

En BOX, elle est même plus courte qu'en B0, pour la MD en VP (84ms $p < 0,005$) et pour la MG en VF (268ms $p < 0,005$).

La durée est plus courte en BOX-VF qu'en BFX-VF pour la MG (95ms $p < 0,01$).

Elle est plus courte en BFX qu'en BF : pour la MD, en VF (222ms $p < 0,005$) et en VP (141ms $p < 0,005$), pour la MG, uniquement en VF (418ms $p < 0,005$).

Elle est plus courte en BFX qu'en B0 : pour la MD, en VF (194ms $p < 0,01$) et en VP (64ms $p < 0,01$), pour la MG simplement en VF (242ms $p < 0,005$).

- Influence de la boucle oculomotrice

Elle est toujours nettement plus élevée en VF qu'en VP. La différence, pour la MD dans le champ droit est de 309ms en BF ($p < 0,005$), 358ms en B0 ($p < 0,005$) et 228ms en BFX ($p < 0,005$). On retrouve le même trait pour la MG, en BF (493ms $p < 0,005$) et en BOX (140ms $p < 0,005$).

Résumé

- . La durée de transport est nettement accrue pour les 2 mains.
- . La MG est globalement plus lente, surtout dans le champ gauche. On ne peut retenir une prédominance nette du facteur "main" ou du facteur "champ".
- . Le transport est accéléré par la B0.
- . Les 2 mains sont plus lentes en VF qu'en VP.

2.2.2.d. Rapport de durée du transport de la main.

Nous avons comparé chez chaque patient le rapport de la durée du transport de la MD par rapport à celle de la MG (figure 47).

Ce rapport est supérieur à 1 chez les 2 patients présentant une lésion gauche, ce qui témoigne de la lenteur relative de la MD par rapport à la MG, mentionnée précédemment. En BF-VF, session pour laquelle l'amplitude du geste est identique pour les 2 mains, le rapport est de 1,06 chez Vil. et de 1,70 chez Red.

Chez la patiente porteuse d'une lésion droite, il est de 0,89, traduisant ainsi la lenteur relative de la MG.

Toutes ces valeurs diffèrent de celles des témoins pour lesquels les mouvements sont aussi rapides à droite qu'à gauche ($MD/MG = 1,01$).

2.3) Etude des précisions

2.3.1.- Précision de la première saccade

2.3.1.a. Red..

Le comportement oculomoteur est tout à fait superposable à celui décrit chez les témoins (figure 48). Pour les cibles situées à 10 et 20°, droites et gauches, la première saccade amène le regard sur la cible ou très près ; l'erreur commise n'excède pas 2 ou 3° pour la cible à 20°.

	Témoins	Red.	Vil.	Pon.
40° ipsi	1,02	1,79	1,11	0,84
30° ipsi	1,04	1,74	1,05	0,82
20° ipsi	0,99	1,47	1,18	1,01
10° ipsi	1,02	1,45	0,99	0,87
10° control.	1,00	1,91	1,12	0,83
20° control.	1,03	1,86	0,92	0,97
Moyenne globale	1,01	1,70	1,06	0,89

Figure 47

Rapport de la durée du mouvement de transport
 $\frac{MD}{MG}$ chez les 3 patients dans la condition BF-VF.

Pour les cibles plus périphériques, l'erreur moyenne commise par la première saccade pour 30° , est de 4° dans le champ gauche, et de 6° dans le champ droit, valeurs que l'on observe chez le sujet normal.

En VR, on observe une hypométrie de l'axe du regard de l'ordre de 7 à 8° pour une cible à 40° , aussi bien à droite qu'à gauche (du fait de l'absence de saccades de correction).

2.3.1.b. Vil.

L'enregistrement EOG révèle une asymétrie franche.

- les saccades dirigées vers la gauche sont normales et présentent les caractéristiques décrites précédemment (amplitude de la première saccade représentant environ 90% de la distance à effectuer...).
- par contre, les saccades dirigées vers la droite sont anormales dans leur amplitude. La 1ère saccade n'est précise que pour la cible à 10° . Elle est très franchement hypométrique pour les cibles situées au delà. Son amplitude représente le plus souvent moins de la moitié de la distance à parcourir. Sa valeur moyenne avoisine $9-13^\circ$ pour la cible à 20° , $10-20^\circ$ pour les cibles à 30 et 40° . La fovéalisation de la cible est cependant toujours possible, au terme d'une série de plusieurs saccades (jusqu'à 4 ou 5) se succédant en marches d'escalier (figure 49). Lorsqu'elle est réalisée, la fixation se maintient tout à fait normalement.

L'amplitude de la première saccade apparaît peu modulable en fonction de la distance à parcourir. Elle amène généralement l'axe du regard en position hypométrique. Dans certains cas, pour la cible à 10° , la saccade est hyperométrique et nécessite une saccade corrective en retour.

. Il ne nous semble pas que ce comportement soit lié à une mauvaise utilisation des signaux réafférents visuels dans la mesure où on le retrouve en VR, c'est à dire en l'absence du signal d'erreur rétinien.

. Ce comportement oculomoteur s'observe non seulement pour les saccades dirigées vers la droite, mais également pour les saccades de retour au centre après fovéalisation d'une cible située à gauche.

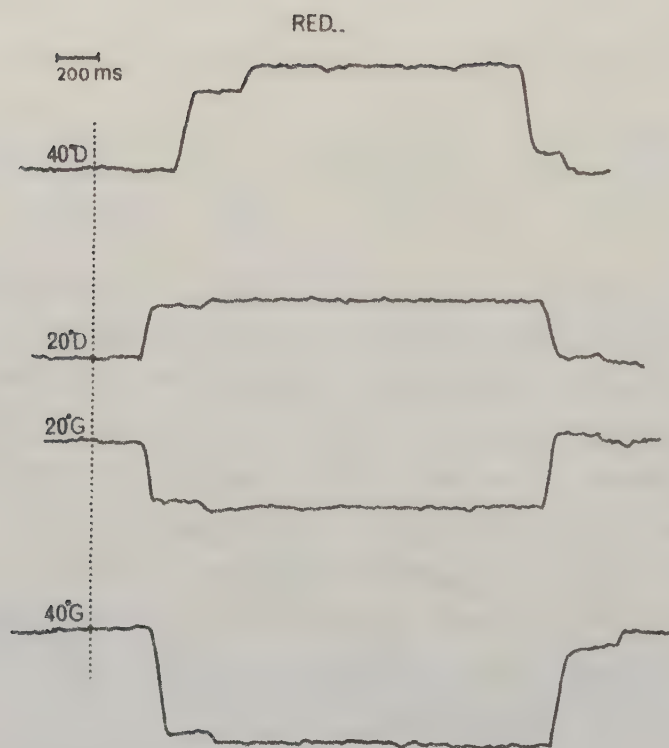


Figure 48 - Enregistrement oculographique de RED., lors de la fixation de cibles situées à 20 et 40° à droite et à gauche du sujet. Le tracé est normal ; on observe pour chaque cible, une saccade principale représentant 80 à 90% du mouvement total, et une saccade de correction généralement unique permettant la fovéalisation.

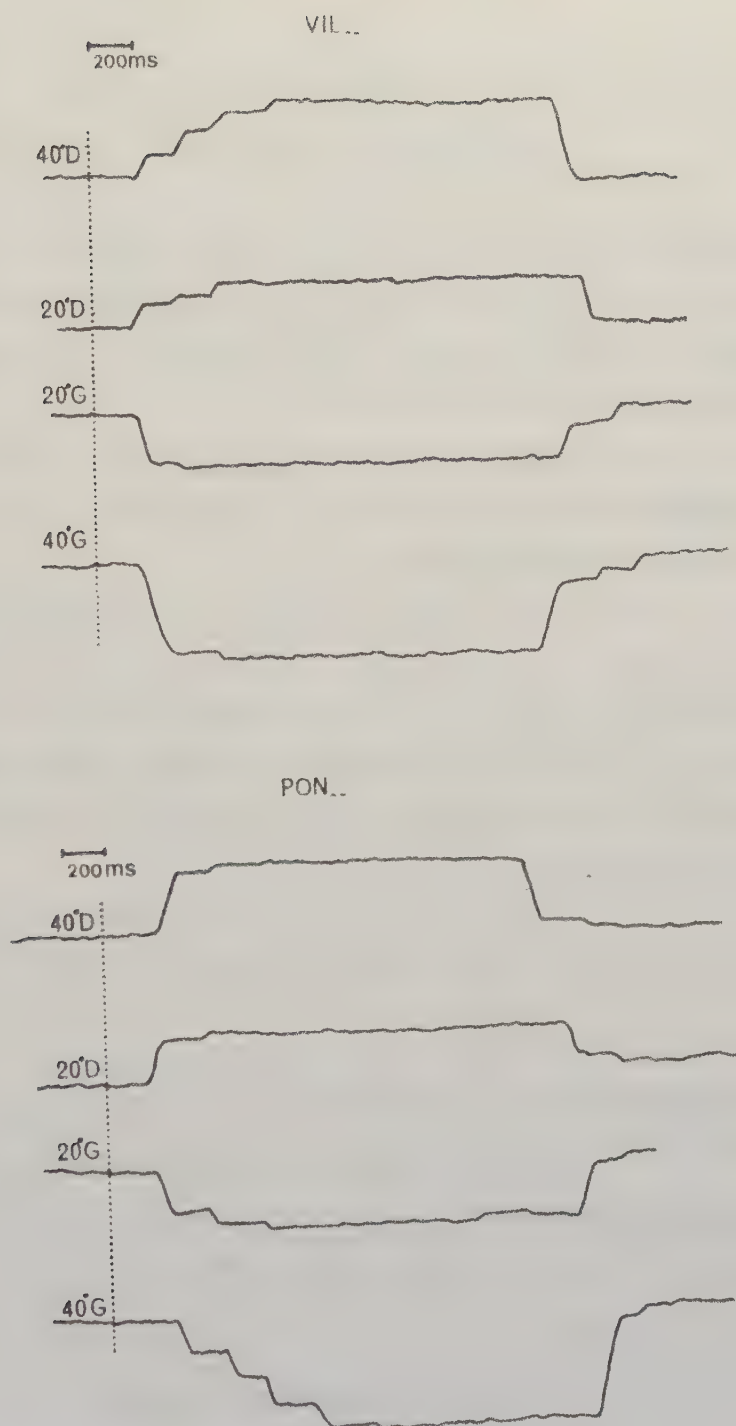


Figure 49 - Enregistrement oculographique de VIL. (en haut) et Pon. (en bas). On observe une asymétrie du comportement oculaire suivant le côté où se situe la cible. Dans le champ ipsilatéral à la lésion, il est tout à fait normal ; dans le champ controlatéral, la première saccade, très hypométrique est suivie de plusieurs autres, se succédant en "marche d'escalier".

2.3.1.c. Pon..

Les données sont tout à fait équivalentes à celles de Vil..

- Les saccades dirigées vers la droite sont normales.
- Par contre, les saccades dirigées vers la périphérie gauche, où les saccades de retour au centre après fixation à droite montrent le même profil en "marche d'escalier".

Les saccades dirigées vers les cibles à 10 et 20° sont normales. Pour ces dernières, l'amplitude de la première saccade représente 18° environ.

Tout se passe comme si l'amplitude de cette première saccade ne pouvait dépasser 18-20° quelle que soit l'excentricité de la cible (30 ou 40°). Pour les cibles les plus périphériques, des saccades de correction souvent multiples (3 à 5) sont nécessaires pour permettre la fovéalisation qui est cependant toujours réalisée (figure 49).

Chez les 2 patients, les données exposées sont indépendantes du type de condition visuomotrice et de la main utilisée.

2.3.2. - Précision de la position finale de la main (figure 54 à 67)

Les performances de chaque sujet dans chaque condition ont été reportées sur un diagramme, où figurent en grisé les valeurs correspondantes des sujets témoins (moyenne $\pm$ 1 D.S.).

2.3.2.a. Red..

- Précision manuelle en BF

Lorsque le sujet réalise l'épreuve en condition de BF-VF (condition où il dispose à la fois de la vision de son membre et de sa vision fovéale) aucune différence significative de précision n'apparaît entre les 2 mains. Celles-ci sont également précises ; la position moyenne des pointers et leur dispersion sont comprises dans les limites de variations des sujets normaux. (figures 54 et 55).

Par contre, si le sujet ne dispose que de la rétine périphérique pour localiser la cible, réalisant ainsi l'équivalent de la condition clinique de la recherche habituelle d'une ataxie optique, une différence de performances se manifeste entre les 2 mains : (figure 56 et 57).

- La MG se situe dans les limites de précision des témoins, dans le champ gauche, et est discrètement plus perturbée dans le champ droit.

- La MD est beaucoup moins précise surtout dans le champ droit. A ce niveau on observe une discrète tendance hypermétrique pour 20 et 30° et une hypométrie franche, de 12cm pour 40°. La dispersion des pointers est en outre considérablement accrue.

Dans le champ gauche, il existe une hypermétrie de 2 à 3cm sans augmentation importante de la dispersion.

- Comparaisons MD CD/MG CG

Dans chaque condition expérimentale, les performances de la MG dans le champ gauche sont toujours supérieures à celles de la MD dans le champ droit.

Cependant, dans chacune des sessions, en dehors de la B0-VP, la position finale de la MD est toujours significativement corrélée de manière linéaire avec la position de la cible.

- Comparaison entre les 2 champs pour une même main

- La MD est généralement plus précise dans le champ gauche que dans le champ droit, en particulier en B0-VF ($p < 0,005$).

- La MG est plus précise dans le champ gauche, mais la différence n'est significative qu'en B0-VF ($p < 0,05$).

Ces données indiquent qu'un facteur "champ droit" intervient dans l'imprécision de la MD.

- Comparaison entre les 2 mains au niveau d'un même champ

- Dans le champ droit, la MG est généralement plus précise, mais seulement en B0-VF de manière significative ($p < 0,01$).

- Dans le champ gauche, la MG est toujours plus précise, notamment en B0-VF ($p < 0,01$) et en B0-VR ($p < 0,01$).

Ainsi un facteur "MD" semble également intervenir dans le déterminisme du trouble.

- Comparaison des combinaisons croisées MD CG/MG CD

Les performances de la MG dans le champ droit sont toujours meilleures que celles de la MD dans le champ gauche, ainsi en B0-VF ($p < 0,005$) et en B0-VR ($p < 0,01$).

Ces résultats peuvent suggérer que l'effet "main" est plus important que l'effet "champ".

- Influence de la condition visuo-manuelle

. Comparaison des performances en BF et B0

Les performances en B0 sont détériorées de façon très nette, par rapport à la BF, dans les 3 conditions oculomotrices.

- En vision fovéale : alors qu'en BF, les performances des 2 mains sont identiques, une différence très significative apparaît entre elles en B0 ($p < 0,005$). (figures 58 et 59).

L'imprécision de la MD devient considérable en B0 par rapport à la BF ; la différence est significative aussi bien dans le champ droit ($p < 0,005$) que dans le champ gauche ($p < 0,005$).

Par contre, la différence entre les 2 conditions est beaucoup plus modeste, et non significative pour la MG, dont les performances peuvent être considérées comme "normales" dans les 2 champs visuels.

L'analyse des pointers de la MD dans le champ droit révèle que le sujet commet une hypométrie majeure, de 8cm pour la cible à 10°, qui croît même avec l'excentricité pour atteindre 20cm pour 40°. La dispersion est nettement accrue par rapport à la BF. Dans le champ gauche, il existe au contraire une hypermétrie considérable (12cm pour 10°), qui a même conduit le sujet à pointer plusieurs fois en dehors de la table.

Le profil des réponses montre ainsi un déplacement vers la gauche des pointers : hypermétrie dans le champ gauche, hypométrie dans le champ droit. La position de retour au centre est également déplacée de plus de 5cm vers la gauche, de telle sorte que l'amplitude du geste de pointage est relativement adaptée.

Tout se passe comme s'il existait une translation vers la gauche du référentiel égocentrique que l'on peut éventuellement rapprocher du déplacement du "droit devant". Ceci pourrait suggérer que le codage du programme moteur de la main s'effectue plutôt en terme d'amplitude du mouvement à accomplir, qu'en terme de position spatiale de la cible.

- En vision périphérique : on retrouve également une détérioration de la précision en B0 par rapport à celle en condition BF, significative pour la seule MD ($p < 0,005$). Le profil des pointers ressemble à celui obtenu en BF, mais les tendances sont plus accentuées, en particulier en ce qui concerne l'hypométrie à 40° et la dispersion des valeurs. (figure 60).

Le sujet n'a pu respecter la consigne de la VP pour pointer dans le champ gauche avec sa MD.

- En vision restreinte : la détérioration de la précision en B0 n'est également significative que pour la MD. (figures 62 et 63).

Le rôle critique de la B0 sur la précision de la MD ressort également de la comparaison des coefficients de corrélation entre position finale de la main et de la cible (figure 50).

La différence entre ces coefficients est très significative pour la MD dans le champ droit, quelle que soit la condition oculomotrice.

En VF, cette différence est également significative pour la MD dans le champ gauche, et pour la MG dans le champ droit.

Combinaison	Condition oculomotrice	Coefficient de corrélation R : BF	Coefficient de corrélation R : B0	Comparaison R
MD CD	VF	0,998	0,823	$p < 0,005$
	VP	0,767	0,181	$p < 0,005$
	VR	0,960	0,806	$p < 0,025$
MD CG	VF	0,997	0,644	$p < 0,005$
MG CD	VF	0,996	0,708	$p < 0,005$
MG CG	VF	0,999	0,980	N S

Figure 50

Patient Red.

Coefficients de corrélation entre la position finale de la main et la position de la cible. Comparaison entre la BF et la B0.

- Influence de la vision "statique" du membre (figures 64 et 65).

La vision de la position initiale du membre (BOX) suffit pour améliorer nettement les performances par rapport à la BO totale. La différence est significative pour la MG dans le champ droit ($p < 0,05$), pour la MD dans le champ gauche ($p < 0,01$) et surtout pour la MD dans le champ droit ($p < 0,005$). Le pointage de la MD est mieux corrélé à la position de la cible en BOX qu'en BO, aussi bien dans le champ droit ($R = 0,957$ et $0,823$ respectivement. Différence signif. $p < 0,025$) que dans le champ gauche ($R = 0,972$ et $0,644$ respectivement. Différence signif. $p < 0,005$). Cependant, les performances de la MD restent significativement inférieures à celles de la BF totale ($p < 0,05$).

- Influence de la vision "dynamique" de la main (figures 66 et 67).

La seule vision dynamique du membre (BFX) améliore encore plus les performances par rapport à la BO ; le coefficient de corrélation entre la position de la main et de la cible est nettement supérieur à celui obtenu en BO, pour la MD ($R = 0,991$ contre $0,823$, différence signif. $p < 0,005$).

La précision est alors identique pour les 2 mains et non significativement différente de la BF totale.

- Influence de la boucle oculomotrice

- En vision fovéale : l'amélioration de la précision de la MD, par rapport à la vision périphérique est très significative en BF ($p < 0,005$). Les performances de la MD ne sont alors pas différentes de celles de la MG et de celles des sujets normaux.

- En vision restreinte : les performances de la MD sont "subnormales", à peine inférieures à celles de la MG (différence NS), pour les 2 boucles visuo manuelles.

La corrélation entre la position de la main et de la cible est nettement améliorée, pour la MD, par la VR ($0,767$) par rapport à la VP (différence $p < 0,005$). Ceci souligne l'importance du signal lié à l'orientation du regard, même sans fovéalisation, dans la précision manuelle de notre patient. Cependant l'absence d'informations réafférentes visuelles fovéales rend les performances de la MD dans le champ droit significativement inférieures en VR, à celles en VF (coefficients de corrélation : $0,960$ et $0,998$ respectivement. Différence signif. à $p < 0,05$).

Le signal oculomoteur n'est cependant pas suffisant pour assurer une précision optimale puisque, comme dans les 2 autres conditions oculomotrices, la BO détériore les performances de la MD dans les 2 champs.

Assez curieusement, les performances en BO sont plus détériorées en VF qu'en VR, pour la MD, dans le champ droit ($p < 0,005$) et dans le champ gauche ($p < 0,05$).

Résumé

- . Précision identique entre les 2 mains en BF-VF.
- . Dans toutes les autres conditions, imprécision de la MD dans le champ droit par rapport à la MG dans le champ gauche.
- . La position des pointers est cependant toujours corrélée à la position de la cible.
- . L'imprécision liée au facteur "MD" paraît l'emporter sur celle liée au facteur "CD".
- . La BO détériore considérablement les performances de la MD par rapport à la BF, même en VF.
- . La VR améliore la précision par rapport à la VP.
- . La vision initiale de la main droite suffit à améliorer la précision.

2.3.2.b. Vil..

- Précision manuelle en BF

En situation de BF-VF, les 2 mains sont également précises, et la dispersion des pointers comprises dans les variations des sujets normaux. (figures 54 et 55).

La BF-VP fait apparaître une imprécision affectant uniquement la MD dans le champ droit. Il existe d'une part une hypométrie des pointers, croissante avec l'excentricité (2cm à 10° , 8cm à 40°), d'autre part, une dispersion considérable et croissante des valeurs obtenues. Cependant, la précision des 2 mains n'est pas significativement différente au test de comparaison de moyennes. (figures 56 et 57).

- Comparaison MD CD/ MG CG

La détérioration de la précision du patient est moindre que celle de Red. Les performances de la MD dans le champ droit sont inférieures à celles de la MG dans le champ gauche mais le seuil de signification n'est atteint que pour la BO-VF ($p < 0,005$).

Comme le précédent patient, Vil., ne pointe pas "au hasard" dans le champ droit. La position finale de la main est toujours corrélée à la position de la cible.

- Comparaison entre les champs pour une même main

- La MD est plus précise dans le champ gauche que dans le champ droit, en BF-VP, BO-VP, mais uniquement en BO-VF de façon significative ($p < 0,005$).

- La MG est également plus précise dans le champ gauche, notamment en BO-VP.

- Comparaison entre les 2 mains au niveau d'un même champ.

- Dans le champ droit, la MG est plus précise que la MD ($p < 0,005$ en BO-VF).

- Dans le champ gauche, la MG est toujours plus précise, mais les différences ne sont pas significatives.

- Comparaison des combinaisons croisées MD CG/MG CD

La MG dans le champ droit est généralement plus précise (BF-VP, BOX) mais la différence est non significative.

Ces 3 éléments de comparaison semblent indiquer la participation d'un facteur "champ droit", et d'un facteur "MD" sans prépondérance évidente de l'un sur l'autre.

- Influence de la condition visuo-manuelle

. Comparaison des performances en BF et en BO

La précision du pointage manuel chute de façon très importante en BO, pour la MD dans le champ droit, dans les 3 situations oculomotrices.

- En vision fovéale : en B0, la précision de la MG et de la MD dans le champ gauche sont bonnes. Par contre, la MD dans le champ droit a des performances significativement inférieures à celles de la MG dans le champ gauche ($p < 0,005$).

L'absence des informations visuelles relatives à la position du membre détériore nettement la précision de la seule MD dans le champ droit par rapport à la BF ($p < 0,005$). Dans ce champ, les pointers sont très hypométriques (5cm à 10°, 13cm à 40°) et leur dispersion augmente avec l'excentricité (figures 58 et 59).

- En vision périphérique : c'est également dans la seule combinaison MD-CD que les performances en B0 sont nettement détériorées par rapport à celles en BF-VP ($p < 0,01$) ; l'hypométrie des pointers atteint plus de 20cm pour 40° et la dispersion est augmentée. A la différence de la BF, il existe une différence significative entre la précision de la MD et celle de la MG ($p < 0,005$), (figures 60 et 61).

- En vision restreinte : On peut également noter, pour la seule MD dans le champ droit une détérioration significative de la précision en B0 par rapport à celle en BF ($p < 0,005$). Elle se caractérise, en B0, par une hypométrie croissante des pointers (figures 62 et 63).

La comparaison des coefficients de corrélation entre la position de la main et de la cible montre une différence significative entre la BF et la B0, pour la MD et la MG dans le champ droit (figure 51).

. Influence de la vision "statique" du membre (BOX) (figures 64 et 65)

L'amélioration de la précision de la MD est très significative par rapport à la B0, dans le champ droit ($p < 0,005$). Les performances ne sont alors guère différentes de celles de la BF totale.

. Influence de la vision "dynamique" de la main (BFX) (figures 66 et 67).

Les performances de la MD sont nettement améliorées par rapport à la B0 ($p < 0,01$), quoique inférieures à celles de la BOX et de la BF (différence non significative).

On ne trouve également pas de différence significative entre les coefficients de corrélation-position de la main/position de la cible- de la BF (0,997), de la BFX (0,985) et de la BOX (0,990).

Combinaison	Condition oculomotrice	Coefficient de corrélation R		Comparaison
		BF	B0	R
MD CD	VF	0,997	0,967	$p < 0,025$
	VP	0,955	0,820	$p < 0,025$
	VR	0,940	0,863	$p < 0,025$
MD CG	VF	0,995	0,969	NS
	VP	0,990	0,962	NS
MG CD	VF	0,998	0,954	$p < 0,05$
	VP	0,974	0,904	$p < 0,05$
MG CG	VF	0,998	0,997	NS
	VP	0,997	0,990	NS

Figure 51

Patient Vil.

Coefficients de corrélation entre la position finale de la main et la position de la cible. Comparaison entre la BF et la B0.

- Influence de la boucle oculomotrice

La vision fovéale améliore considérablement la précision de la MD en BF, par rapport à la VP.

Si la saccade oculaire est permise, même sans fovéalisation (VR), la performance de la MD devient non significativement différente de la VF, avec simplement une dispersion accrue des pointers. Ce signal oculomoteur suffit à améliorer la précision de la MD en VR par rapport à la VP ($p < 0,05$), du moins en BF.

Cependant, l'absence d'informations réafférentes visuelles fovéales rend compte d'une différence significative du coefficient de corrélation entre la position de la cible et de la main, entre la VR et la VF, aussi bien en BF ($R = 0,940$ et $0,997$ respectivement. Différence signif. à $p < 0,005$) qu'en B0 ($R = 0,863$ et $0,967$ respectivement. Signif. $p < 0,005$).

On notera qu'en BF-VR, on dispose de peu de pointers de la MG dans le champ gauche car le sujet a mal respecté la consigne de faire un mouvement oculaire : la stratégie adoptée pour la MG dans le champ gauche tend au contraire à lui permettre une vision continue du signal, bien que périphérique.

Résumé

- . Précision identique pour les 2 mains en BF-VF.
- . Dans toutes les autres conditions, imprécision de la MD dans le champ droit par rapport à la MG dans le champ gauche, cependant moins importante que celle de Red..
- . La position des pointers est toujours corrélée à la position de la cible.
- . L'imprécision semble à la fois liée à un facteur MD et à un facteur CD.
- . La détérioration des performances de la B0 par rapport à la BF est importante, pour la MD dans le champ droit, même en VF.
- . La vision initiale de la main droite améliore grandement la performance par rapport à la B0.
- . La VR améliore la précision par rapport à la VP.

2.3.3.c. Pon...

- Précision manuelle en BF

. En VF, les 2 mains sont également précises et leurs performances ne se distinguent pas de celles des sujets témoins. (figures 54 et 55).

. En VP, apparaissent des erreurs importantes affectant le champ gauche et prédominant pour la MG. (figures 56 et 57).

Dans le champ gauche, la MG semble pointer au "hasard" puisqu'il n'existe guère de différence entre la position finale de la main pour pointer à 10° et à 40. Dans le champ droit, la MG est discrètement hypermétrique.

La MG dans le champ gauche présente une hypermétrie de 3cm pour 10° et une hypométrie de 3cm pour 20°.

- Comparaison MD CD/MG CG

Pour chaque condition, la MD dans le champ droit est plus précise que la MG dans le champ gauche (ainsi la différence est significative en BF-VP à $p < 0,025$). Cependant, la position finale de la main gauche reste toujours corrélée à celle de la cible.

- Comparaison entre les 2 champs pour une même main

Il n'est guère possible d'individualiser un facteur "champ" très net.

Assez paradoxalement, les performances de chacune des 2 mains ne sont pas différentes de manière significative entre les 2 champs, pour les cibles identiques (10 et 20°).

- Comparaison entre les 2 mains pour un même champ

- Dans le champ droit, la MD est généralement plus précise, ainsi en BF VP ($p < 0,05$), en BO-VF ($p < 0,005$) et en BO-VP ($p < 0,005$ mais erreurs dans les 2 cas).

- Dans le champ gauche, la MD est toujours beaucoup plus précise, notamment en BF-VP ($p < 0,05$), BO-VF ($p < 0,005$), BO-VP ($p < 0,005$), BFX-VP ($p < 0,005$), BOX-VP ($p < 0,005$).

- Comparaison des combinaisons croisées

MD CG/MG CD

La MD dans le champ gauche est généralement plus précise que la MG dans le champ droit, en particulier en BF-VP ($p < 0,05$) et en BO-VF ($p < 0,005$).

Ces éléments semblent indiquer que l'effet "lié à la MD" est plus important que celui lié au "CD" (ce qui diffère quelque peu des données magnétoscopiques).

- Influence de la boucle visuo-manuelle

. Comparaison des performances en BF et en BO

- Vision fovéale : la précision de la MG dans les 2 champs se détériore considérablement si la boucle est ouverte. Les performances deviennent alors significativement différentes de celles de la MD ($p < 0,01$).

Les difficultés de la MG prédominent dans le champ gauche ; il existe une hypométrie des pointers de 8 à 15cm pour toutes les excentricités (précision différente de la BF à $p < 0,005$). Dans le champ droit, la MG est très hypermétrique (6 à 9cm).

On retrouve ici le déplacement noté chez Red., -cette fois ci vers la droite- des pointers de la MG en BO, ainsi qu'un déplacement vers la droite du point de retour central de la main. (figures 58 et 59).

- Vision périphérique : La corrélation des pointages de la MG dans le champ G est détériorée en BO par rapport à BF, mais de manière non significative.

En BO, la MD ne manifeste qu'une hypométrie pour la cible de 40° dans le champ droit et la MG paraît pointer au hasard. Pour les cibles à 30 et 40° G, existent en outre des difficultés de détection (fatigue ?) et un non-respect de la consigne (saccade) expliquant le nombre très limité d'essais pour chacune des 2 positions. (figures 60 et 61).

La comparaison des coefficients de corrélation entre la position de la main et de la cible montre, également chez cette patiente, la détérioration de ce coefficient en B0, pour la MG dans les 2 champs (figure 52).

. Influence de la vision "statique" du membre (BOX) (figure 65).

La vision initiale du membre change de façon significative les performances par rapport à la B0, pour la MG dans le champ gauche, en VF ($p < 0,01$) et en VP ($p < 0,005$). Cependant en VP on ne peut guère parler d'amélioration puisque d'une hypométrie moyenne de 3,6cm en B0, on obtient une hypermétrie moyenne de 4cm en BOX.

En VF, la précision en BOX de la MG est à peine inférieure à celle en BF (différence NS).

. Influence de la vision "dynamique" du membre (BFX) (figures 66 et 67).

La précision est très supérieure à celle de la B0, aussi bien pour la MD dans le champ droit, en VP ($p < 0,05$), que pour la MG dans le champ gauche, en VF ($p < 0,005$) et en VP ($p < 0,005$).

La précision est même supérieure à celle en BOX pour la MG, en VP ($p < 0,005$).

Aussi bien l'étude des comparaisons de moyenne, que celle des comparaisons des coefficients de corrélation entre la position de la main et de la cible, montrent l'absence de différence significative, entre les performances des 2 mains en condition BOX-VF et BFX-VF. Les performances de la MG ne diffèrent pas significativement selon la boucle visuo-manuelle, BF, BOX, BFX, en VF. Par contre, la différence entre la précision de la MG en BFX et en B0 est significative ($p < 0,005$).

En VP, le coefficient de corrélation entre position de la main et de la cible pour la MD ne diffère pas entre la BOX (0,997), la BFX (0,995) et la B0.

Figure 52

Combi- naison	Condition oculomo- trice	Coefficient de corrélation R		Comparaison R
		BF	BO	
MD CD	VF	0,999	0,978	NS
	VP	0,994	0,979	NS
MD CG	VF	0,997	0,963	NS
	VP	0,810	0,808	NS
MG CD	VF	0,987	0,811	$p < 0,005$
	VP	0,984	0,895	$p < 0,005$
MG CG	VF	0,994	0,935	$p < 0,005$
	VP	0,727	0,618	NS

Patient Pon..

Coefficients de corrélation entre la position finale de la main
et la position de la cible. Comparaison entre la BF et la BO.

		MD	CD	MG	CG	
BF	VF	0,22		0,15		
BO	VF	0,25		0,26		
BF	VR	0,26		-		
BO	VR	0,57 ^{**}		-		
BFX	VF	0,39 [*]		0,54 ^{**}		^{**} $p < 0,001$
BOX	VF	0,35 [*]		0,14		[*] $p < 0,05$

Coefficients de corrélation entre l'amplitude de la 1ère saccade
et l'amplitude du mouvement correspondant de la main, chez Vil...

Figure 53

Ces coefficients sont moins importants pour la MG (0,626 en BOX, 0,815 en BFX) ; ils ne diffèrent également pas de la B0.

- Influence de la boucle oculomotrice

La fovéalisation permet une précisions normale de la MG, en BF.

Dans toutes les conditions, la VF détermine un pointage plus précis que la VP ; ceci se vérifie notamment pour la MG dans le champ gauche, en BF ($p < 0,01$), en BOX ($p < 0,005$) et en BFX ($p < 0,005$).

Résumé

- . Précision identique des 2 mains en BF-VF.
- . Dans les autres conditions, imprécision de la MG dans le champ gauche.
- . Cependant, la position des pointers est toujours corrélée à la position de la cible, bien qu'en VP, le pointage semble s'effectuer "au hasard".
- . L'imprécision semble plus liée au facteur "MD" qu'au facteur "CD".
- . L'imprécision de la MG en B0 est considérable, même en VF.
- . La vision initiale du membre améliore les performances par rapport à la B0.

2.3.2.d. Comparaison des précision de la main et de la 1ère saccade.

Nous avons cherché chez Vil. s'il existait une corrélation entre l'amplitude de la 1ère saccade et celle du mouvement de pointage manuel de la cible correspondante (figure 53). Comme chez les sujets témoins, on ne retrouve, le plus souvent aucune corrélation significative, quels que soient la main ou le champ visuel considéré.

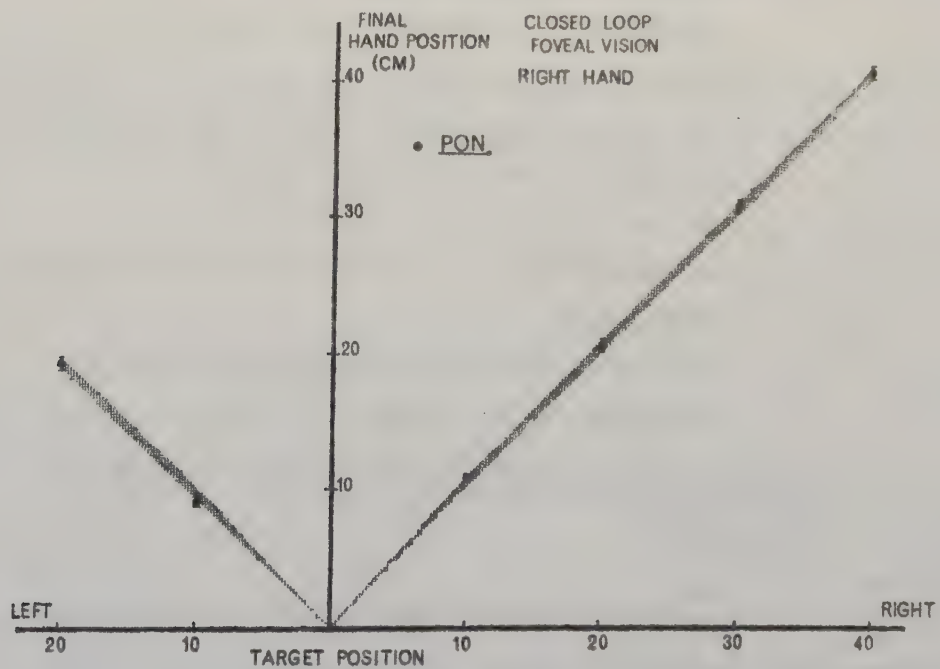
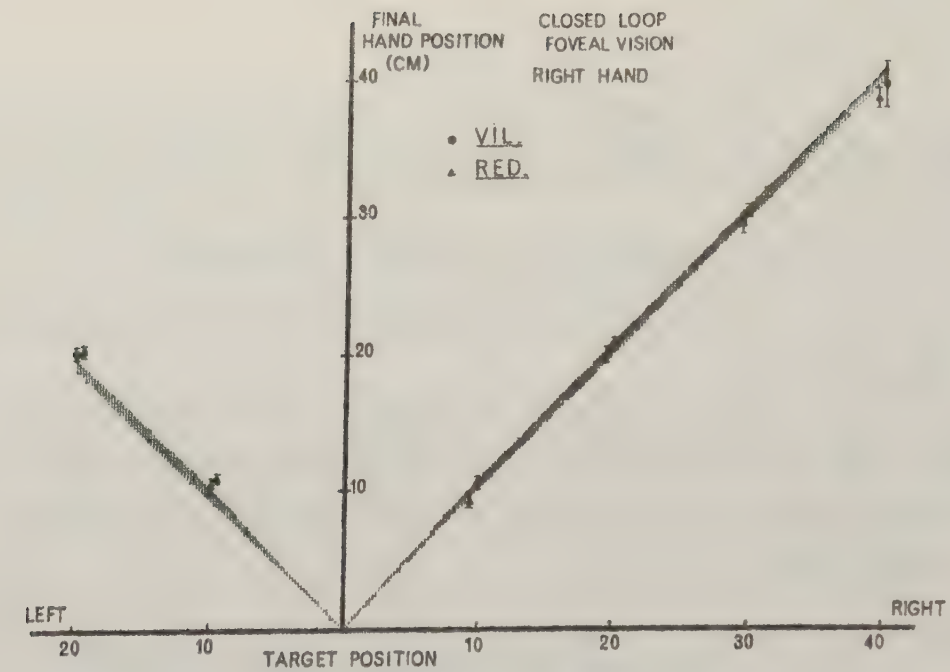


Figure 54 - Précision du pointage de la main droite pour les différentes cibles en condition boucle fermée-vision fovéale. En grisé figure la dispersion des sujets témoins.

En haut : 2 sujets porteurs d'une lésion gauche.

En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite.

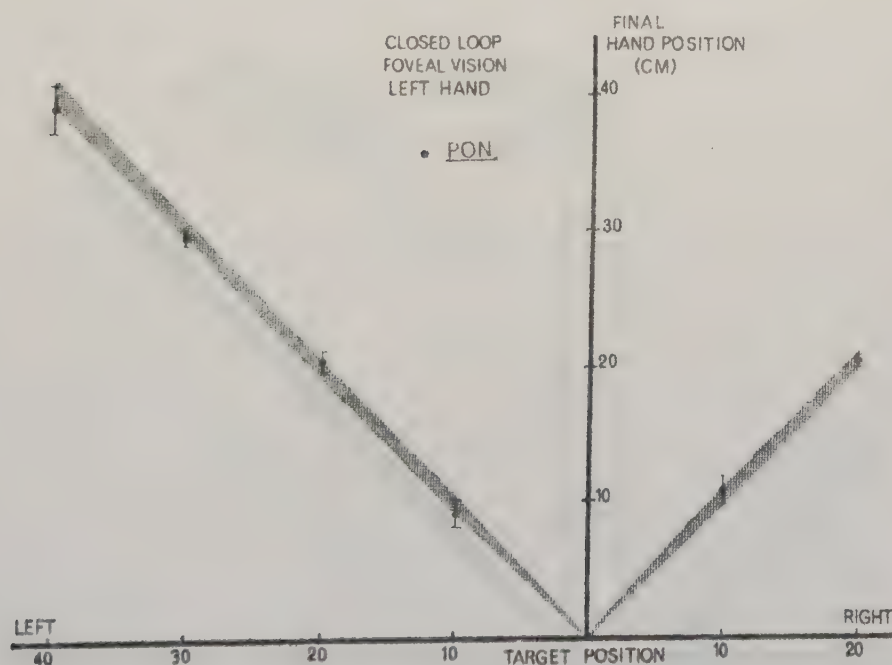
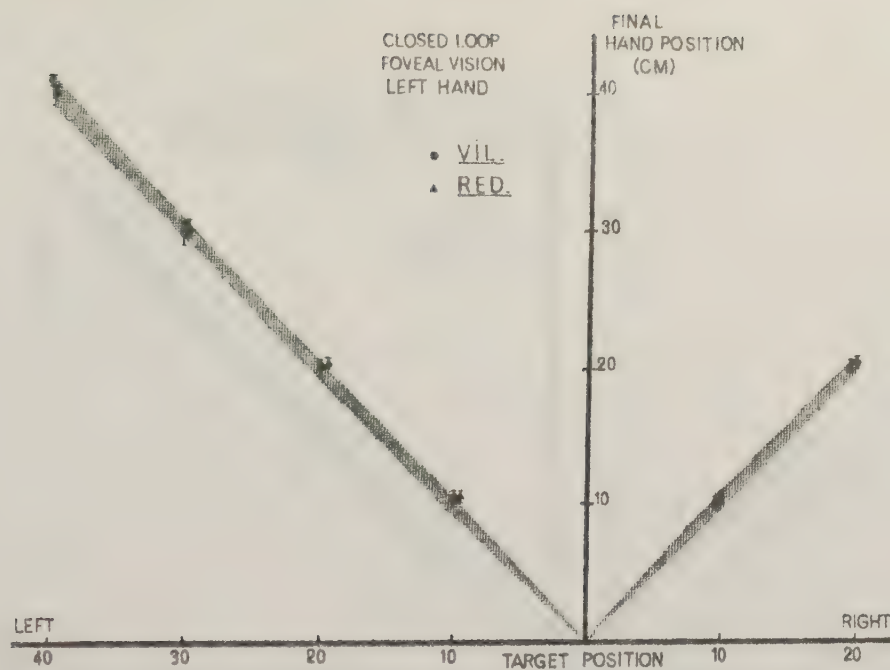


Figure 55 - Précision du pointage de la main gauche pour les différentes cibles en condition boucle fermée-vision fovéale. En grisé figure la dispersion des sujets témoins.

En haut : 2 sujets porteurs d'une lésion gauche.

En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite.

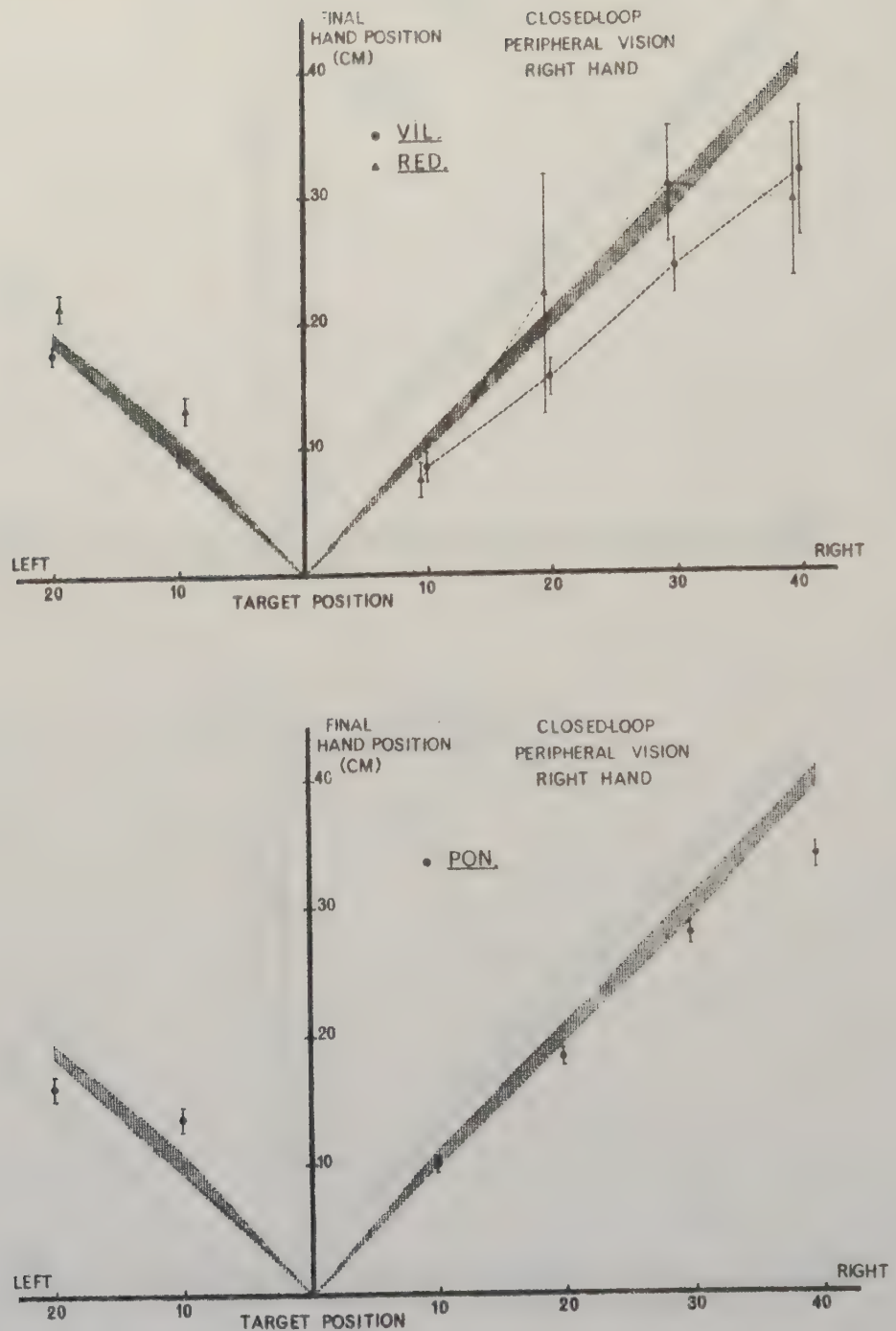


Figure 56 - Précision du pointage de la main droite en condition boucle fermée-vision périphérique. En grisé figure la dispersion des sujets témoins.

En haut : 2 sujets porteurs d'une lésion gauche

En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite.

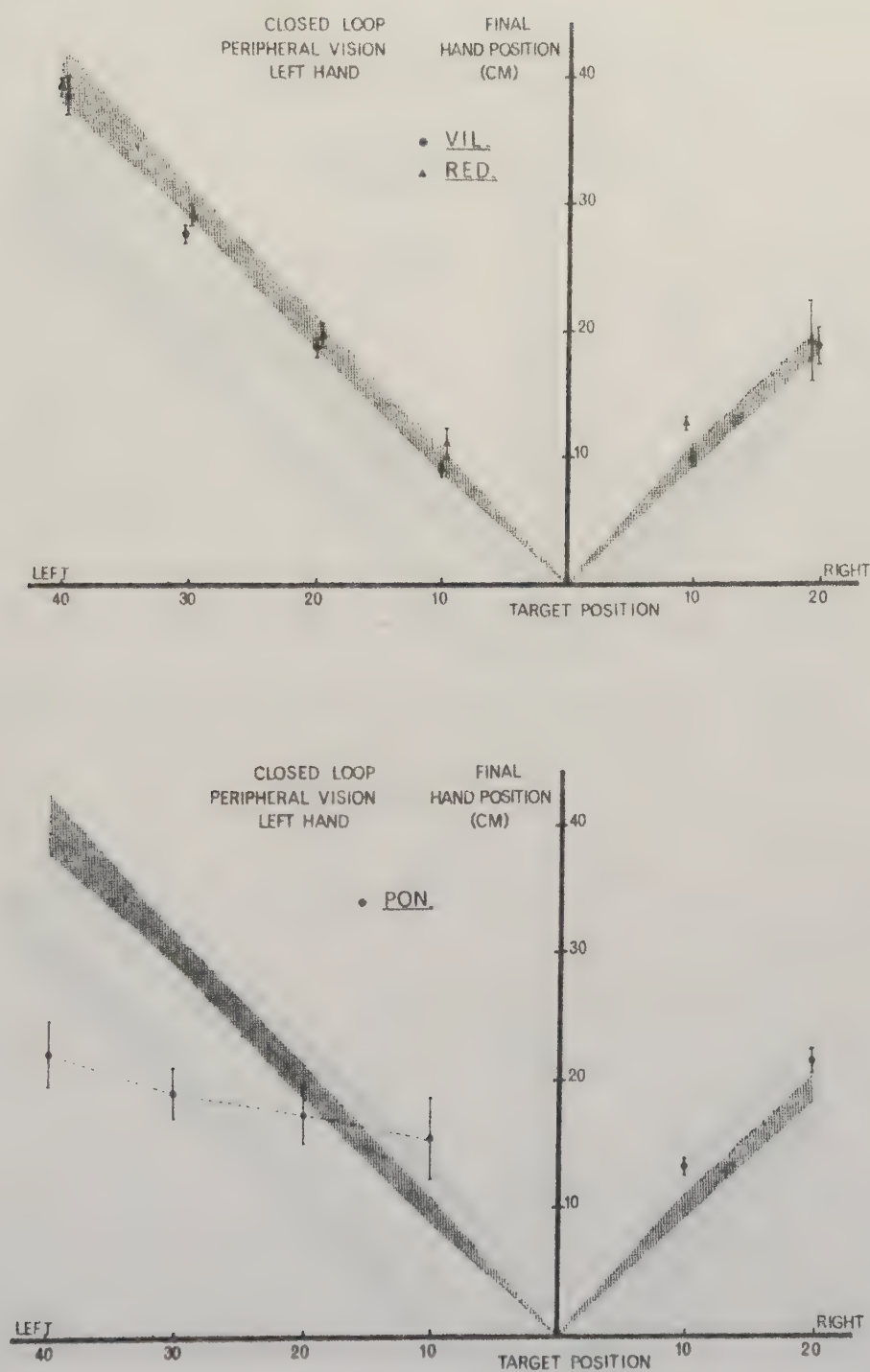


Figure 57 - Précision du pointage de la main gauche en condition boucle fermée-vision périphérique. En grisé figure la dispersion des sujets témoins.

En haut : 2 sujets porteurs d'une lésion gauche.

En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite.

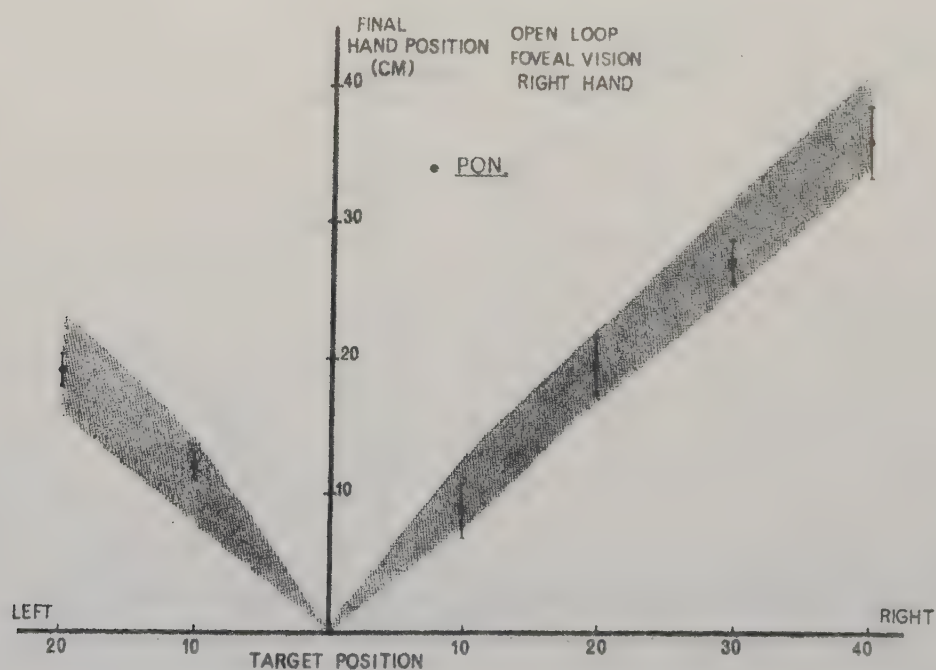
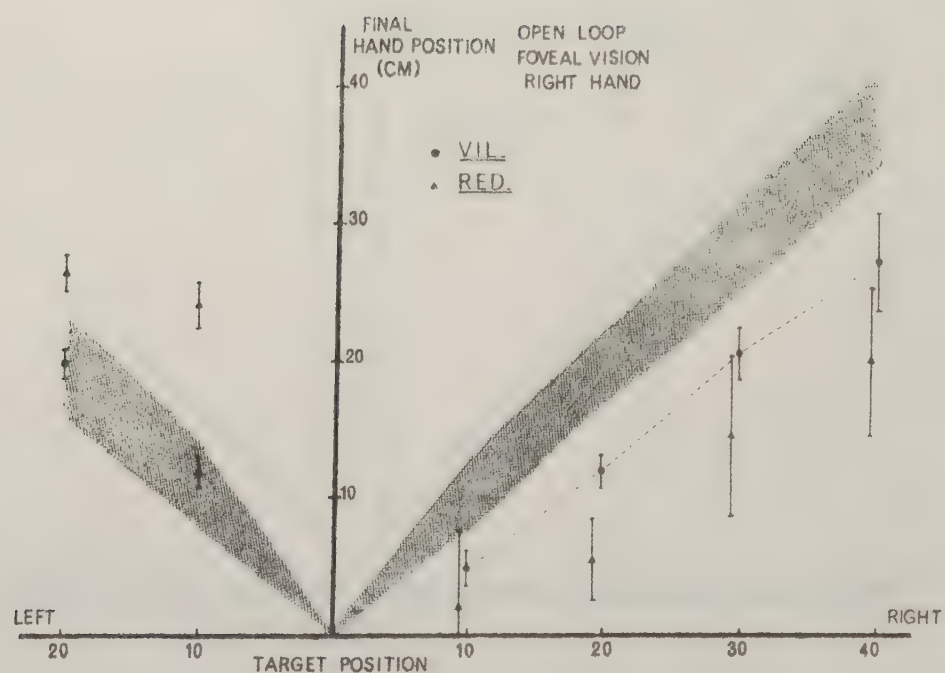


Figure 58 - Précision du pointage de la main droite en condition boucle ouverte-vision fovéale. En grisé figure la dispersion des sujets témoins.
En haut : 2 sujets porteurs d'une lésion gauche.
En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite.

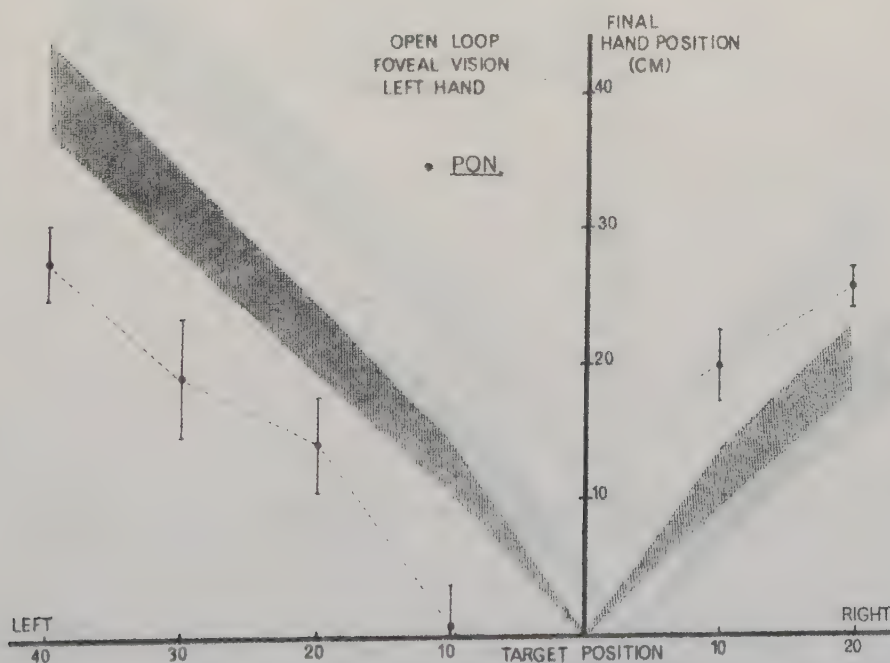
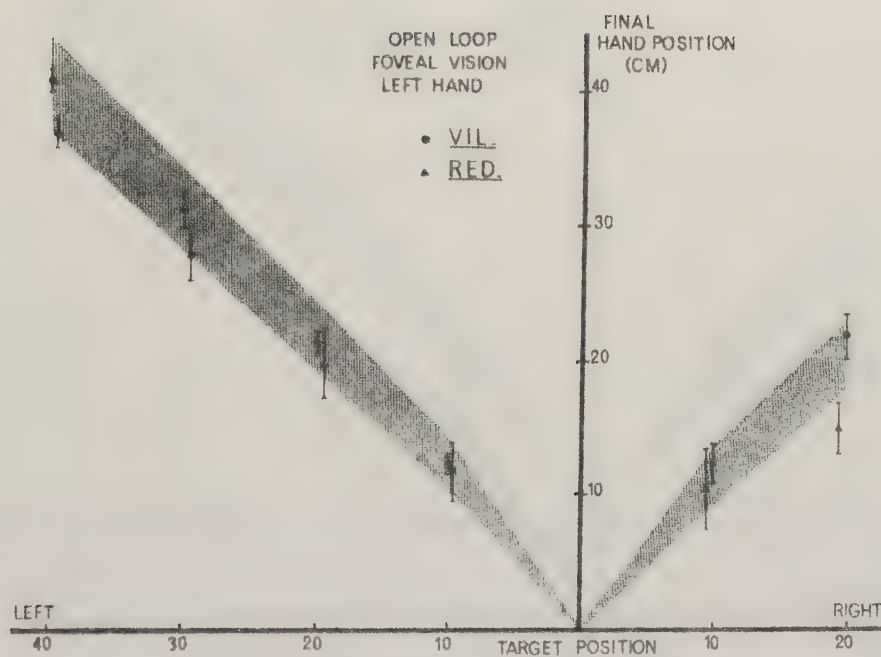


Figure 59 - Précision du pointage de la main gauche en condition boucle ouverte-vision fovéale. En grisé, figure la dispersion des sujets témoins.

En haut : 2 sujets porteurs d'une lésion gauche.

En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite.

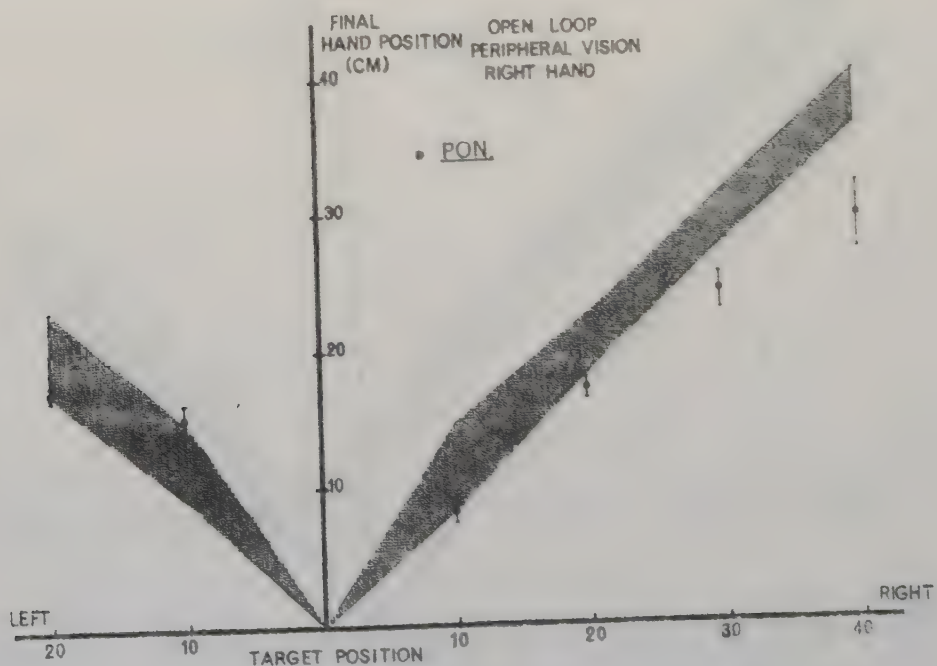
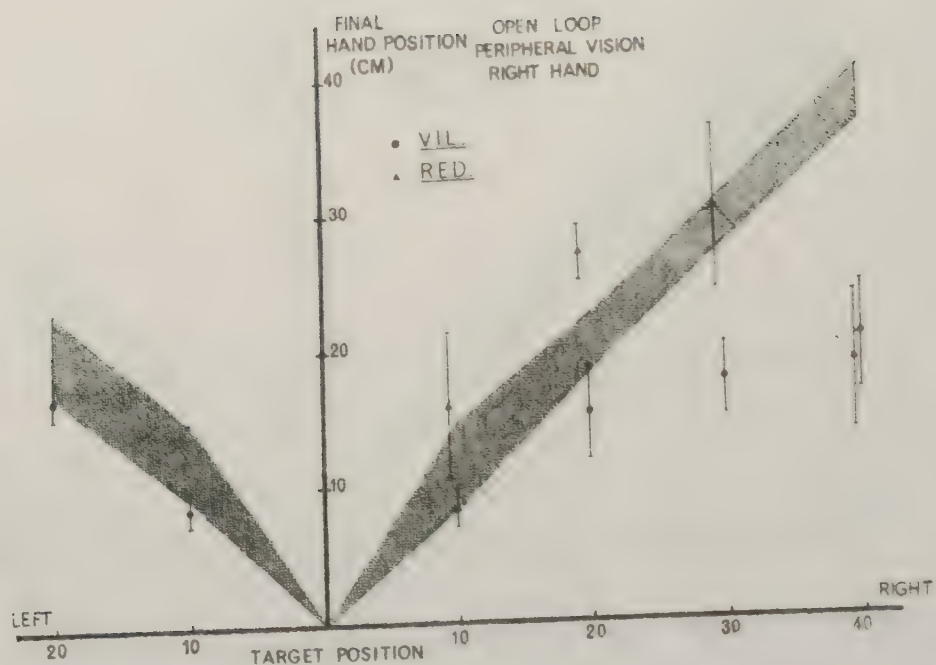


Figure 60 - Précision du pointage de la main droite en condition boucle ouverte-vision périphérique. En grisé figure la dispersion des sujets témoins.

En haut : 2 sujets porteurs d'une lésion gauche.

En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite.

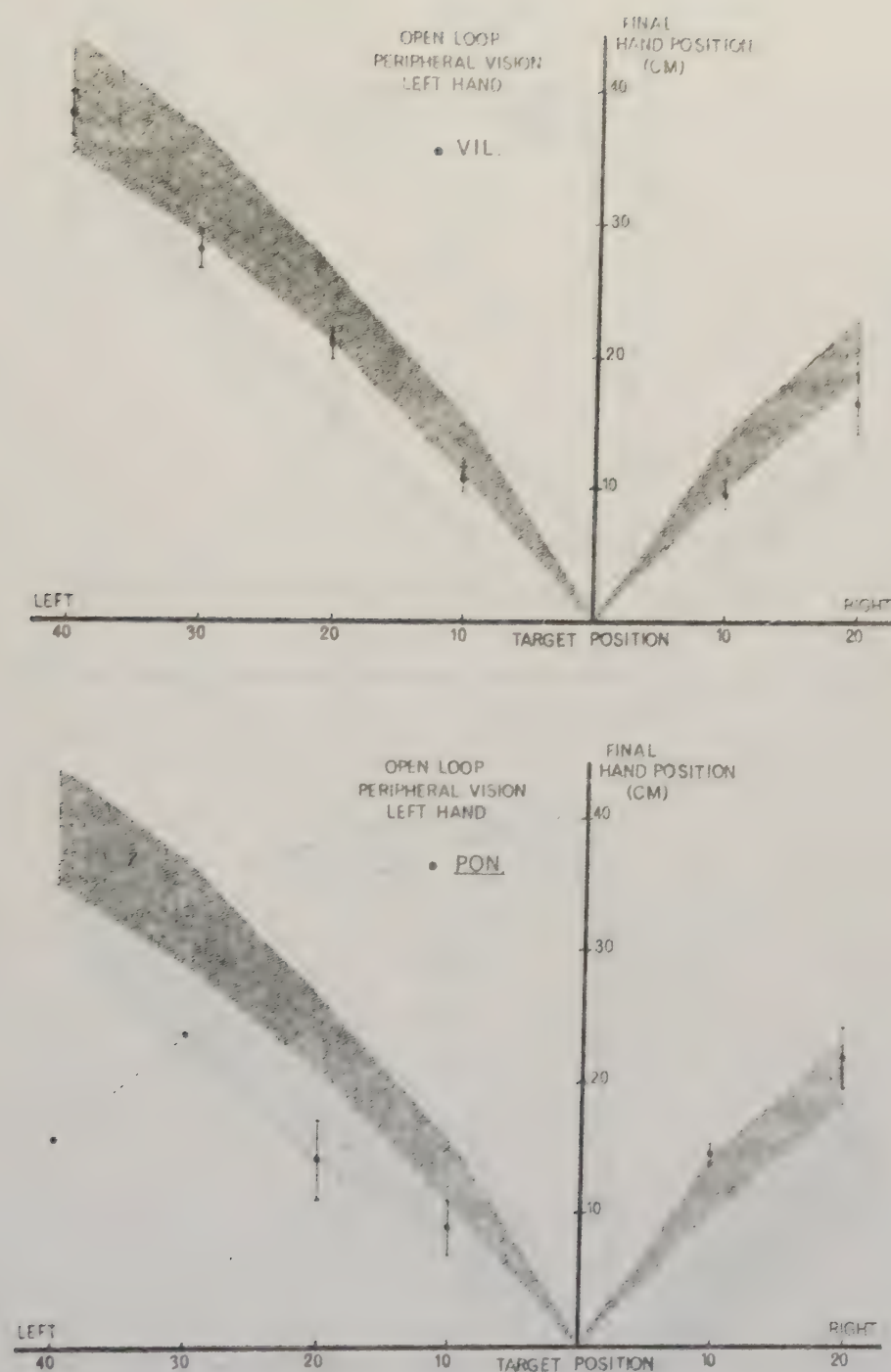


Figure 61 - Précision du pointage de la main gauche en condition boucle ouverte-vision périphérique. En grisé figure la dispersion des sujets témoins.

En haut : 1 sujet porteur d'une lésion gauche (Vil.)

En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite (Pon.)

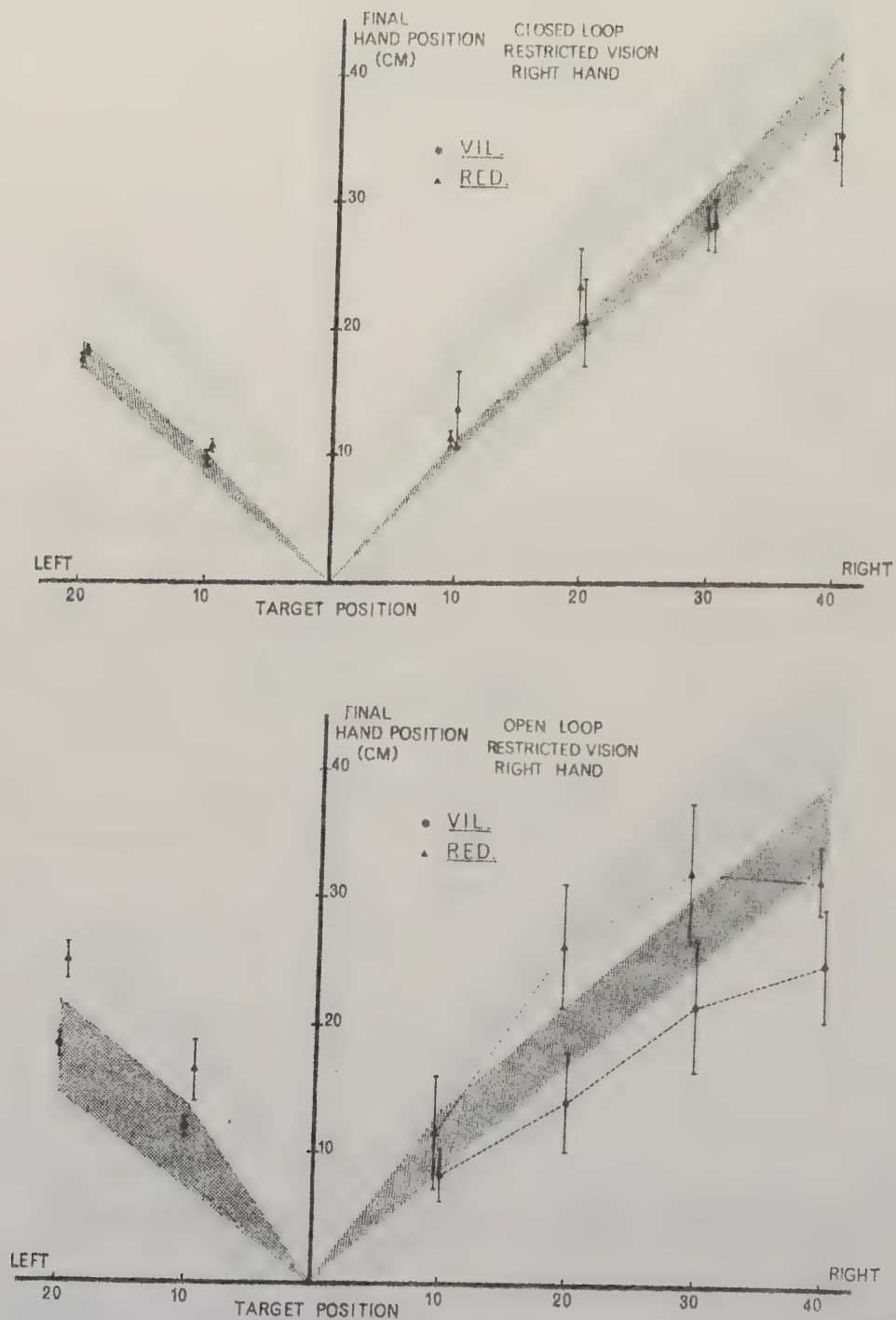


Figure 62 - Précision du pointage de la main droite en vision restreinte chez les 2 sujets porteurs d'une lésion gauche. En grisé, figure la dispersion des sujets témoins.

En haut : boucle fermée.

En bas : boucle ouverte.

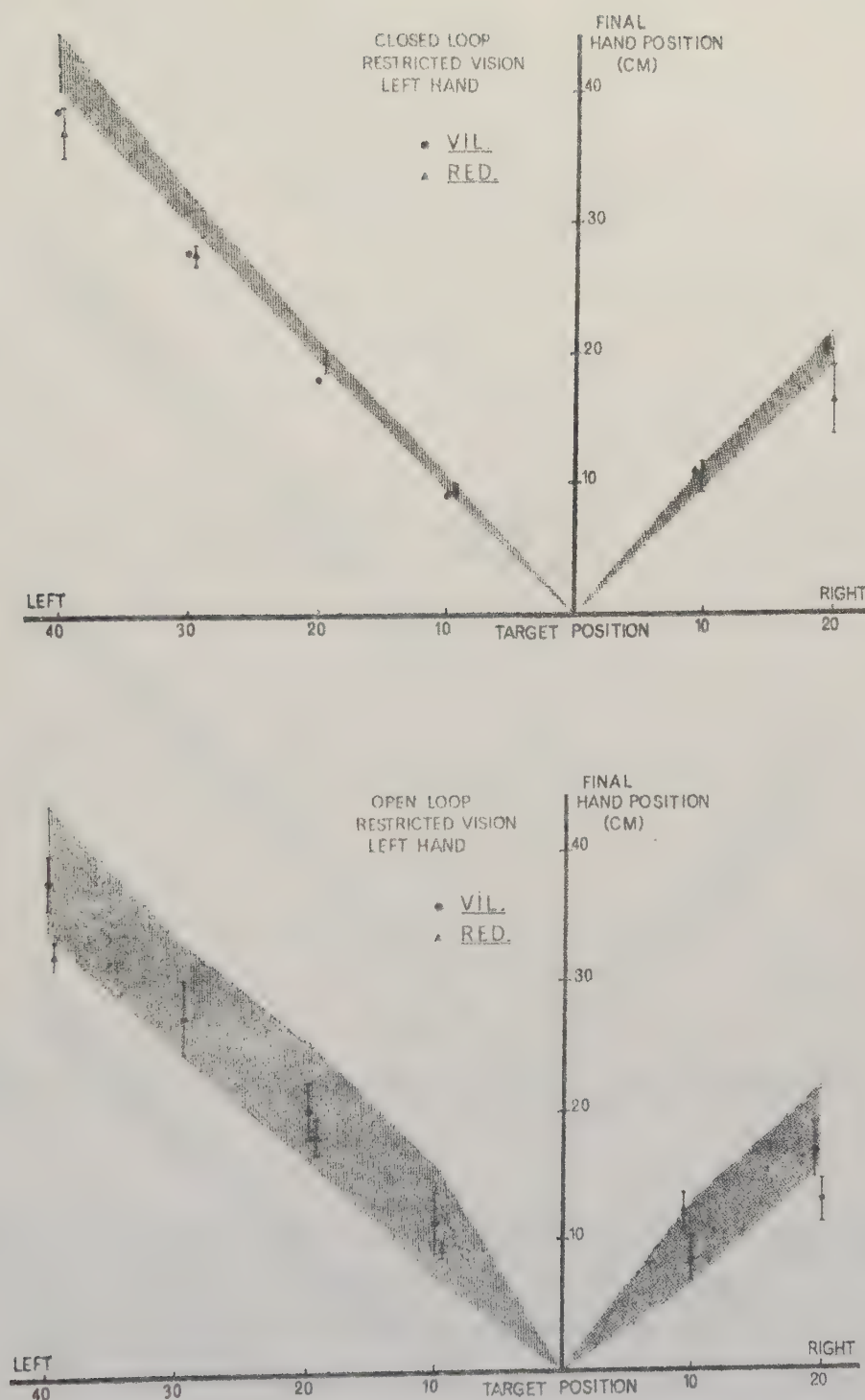


Figure 63 - Précision du pointage de la main gauche en vision restreinte chez les 2 sujets porteurs d'une lésion gauche. En grisé figure la dispersion des sujets témoins.

En haut : boucle fermée (chez Vil., l'absence de dispersion des valeurs est liée au nombre restreint des pointers).

En bas : boucle ouverte.

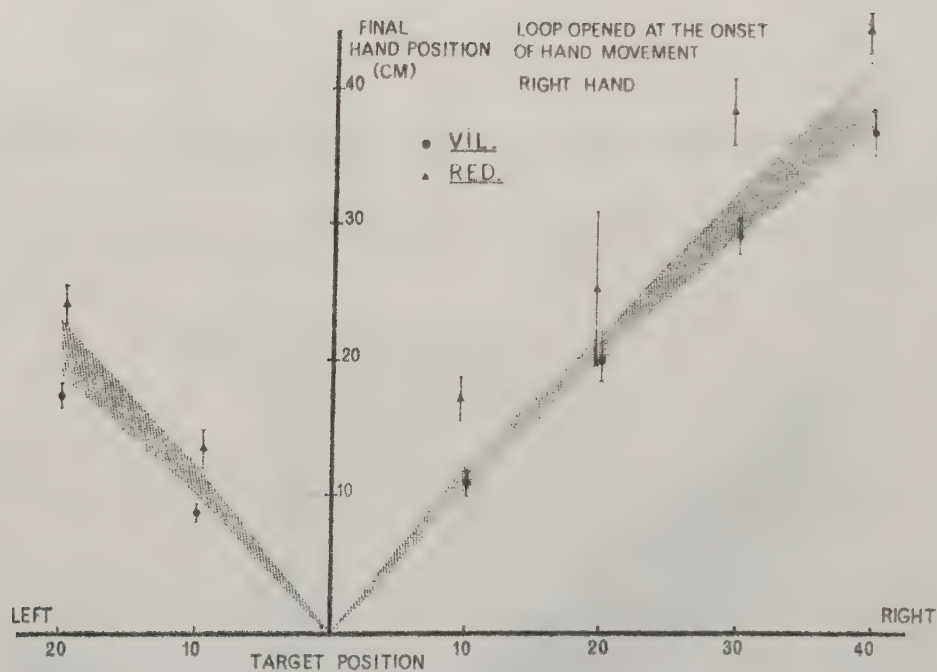


Figure 64 - Précision du pointage de la main droite en condition boucle ouverte sur le départ de la main - vision fovéale, chez les 2 sujets porteurs d'une lésion gauche. En grisé figure la dispersion des sujets témoins.

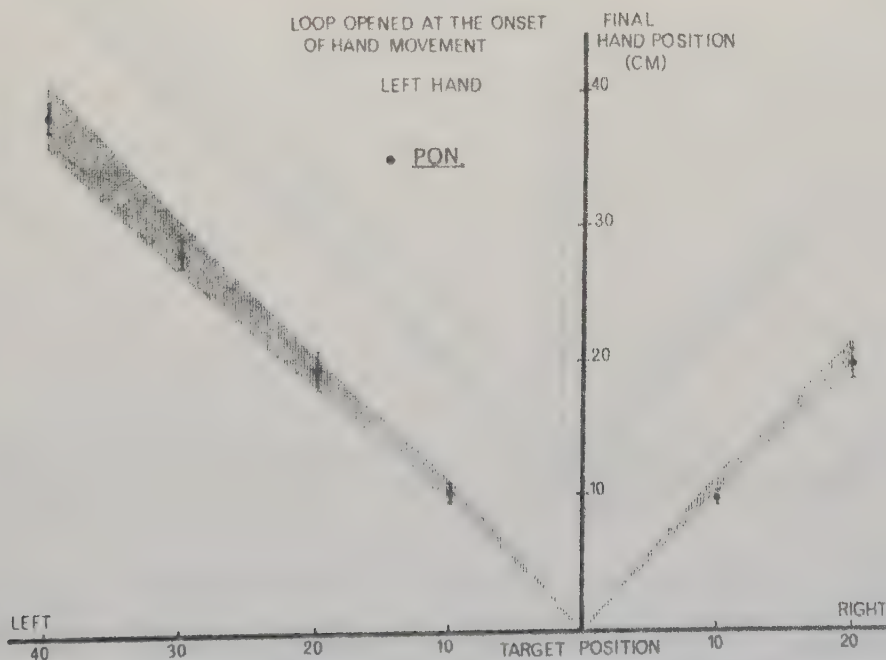
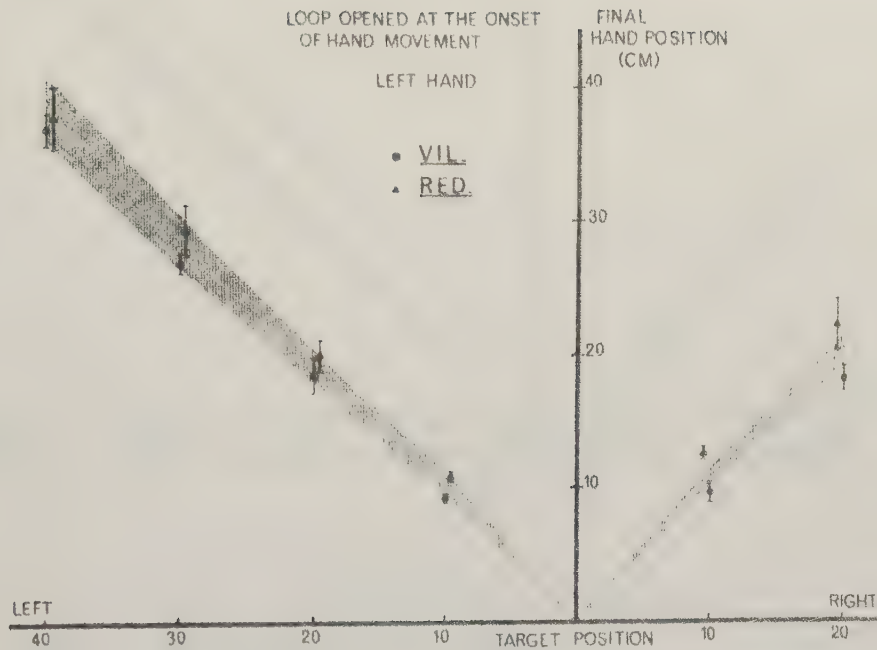


Figure 65 - Précision du pointage de la main gauche en condition
boucle ouverte sur le départ de la main-vision fovéale.
En grisé figure la dispersion des sujets témoins.
En haut : 2 sujets porteurs d'une lésion gauche.
En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite.

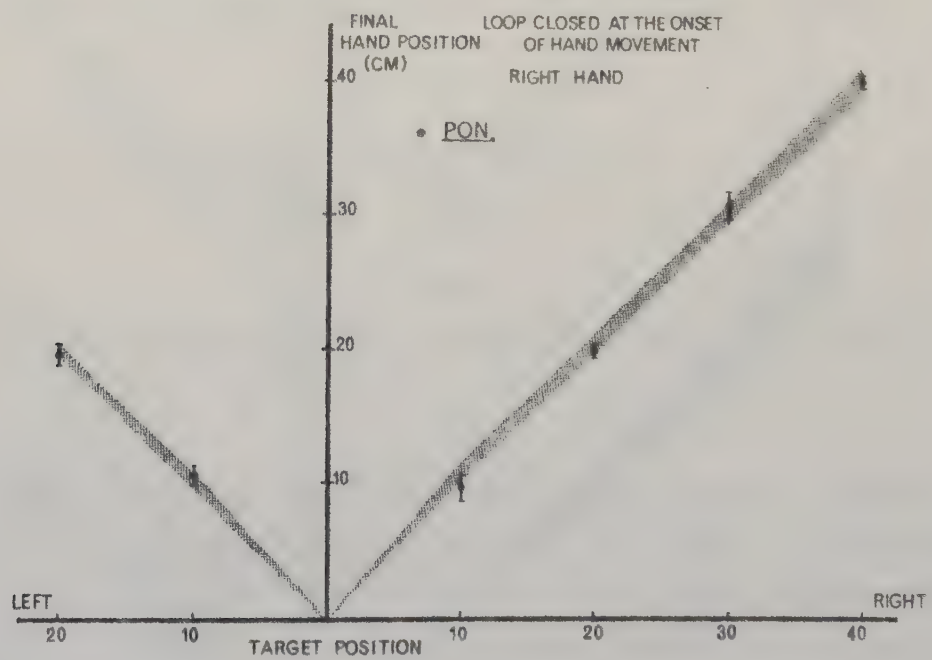
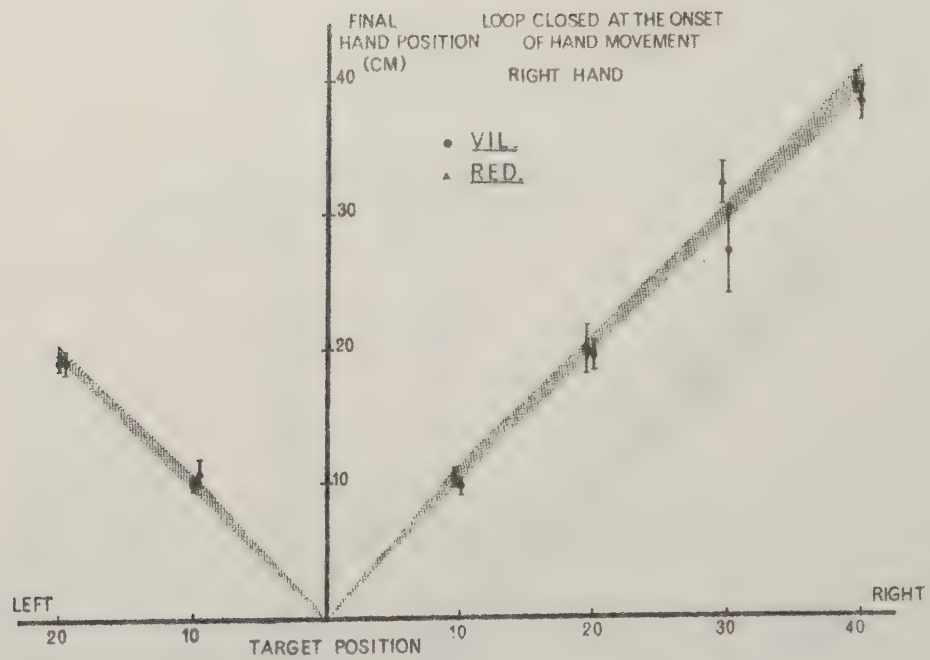


Figure 66 - Précision du pointage de la main droite en condition boucle fermée sur le départ de la main-vision fovéale.
 En grisé figure la dispersion des sujets témoins.
 En haut : 2 sujets porteurs d'une lésion gauche.
 En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite.

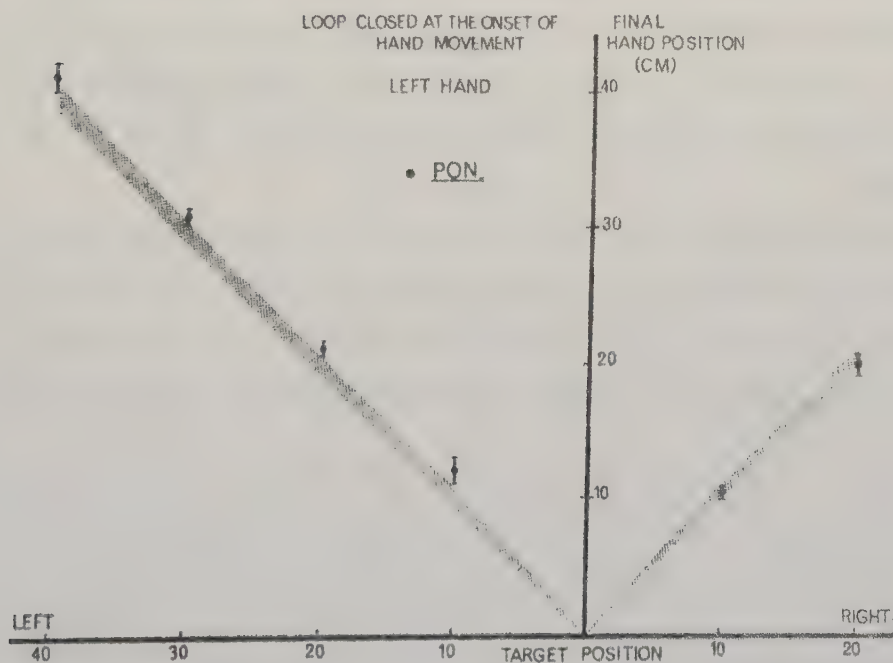
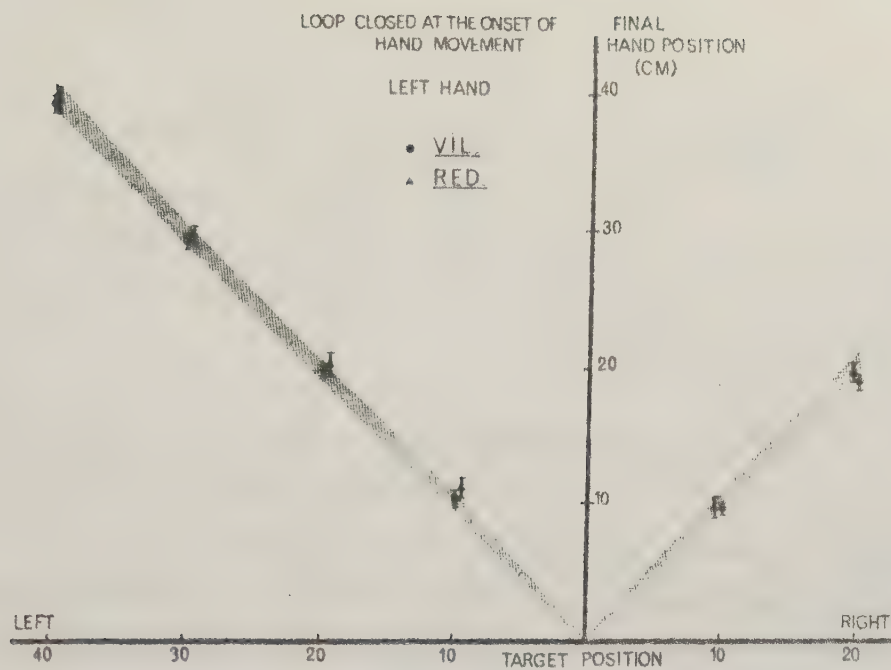


Figure 67 - Précision du pointage de la main gauche en condition
boucle fermée sur le départ de la main-vision fovéale.
En grisé figure la dispersion des sujets témoins.
En haut : 2 sujets porteurs d'une lésion gauche.
En bas : 1 sujet porteur d'une lésion droite.

2.3.2.e. Comparaison des performances en BF et en BO

Nous avons voulu apprécier, pour chacune des mains de nos 3 sujets, les conséquences sur la précision finale du pointage, de l'absence de vision du membre. Nous avons calculé, pour chaque cible, un rapport :

$$\left| \frac{\text{Amplitude du mouvement en BF} - \text{Amplitude du mouvement en BO}}{\text{Amplitude du mouvement en BF}} \right| \times 100$$

appréciant le pourcentage d'imprécision engendré par la BO, rapporté à l'amplitude du mouvement (un rapport de 30% correspond ainsi à une erreur de 3cm en BO pour une amplitude de mouvement de 10cm en BF...).

- En vision fovéale, ce rapport est significativement augmenté par rapport aux témoins pour la seule main controlatérale à la lésion. Ces résultats sont nets dans les 2 champs visuels. Ils concernent ainsi la MD chez Red. et Vil. (figure 68) et la MG chez Pon.
- En vision périphérique, les résultats sont moins nets dans la mesure où les erreurs sont déjà importantes en BF. Une détérioration significative en BO est présente chez Vil. et chez Red. (MD).
- On observe également le même phénomène dans la situation de VR.

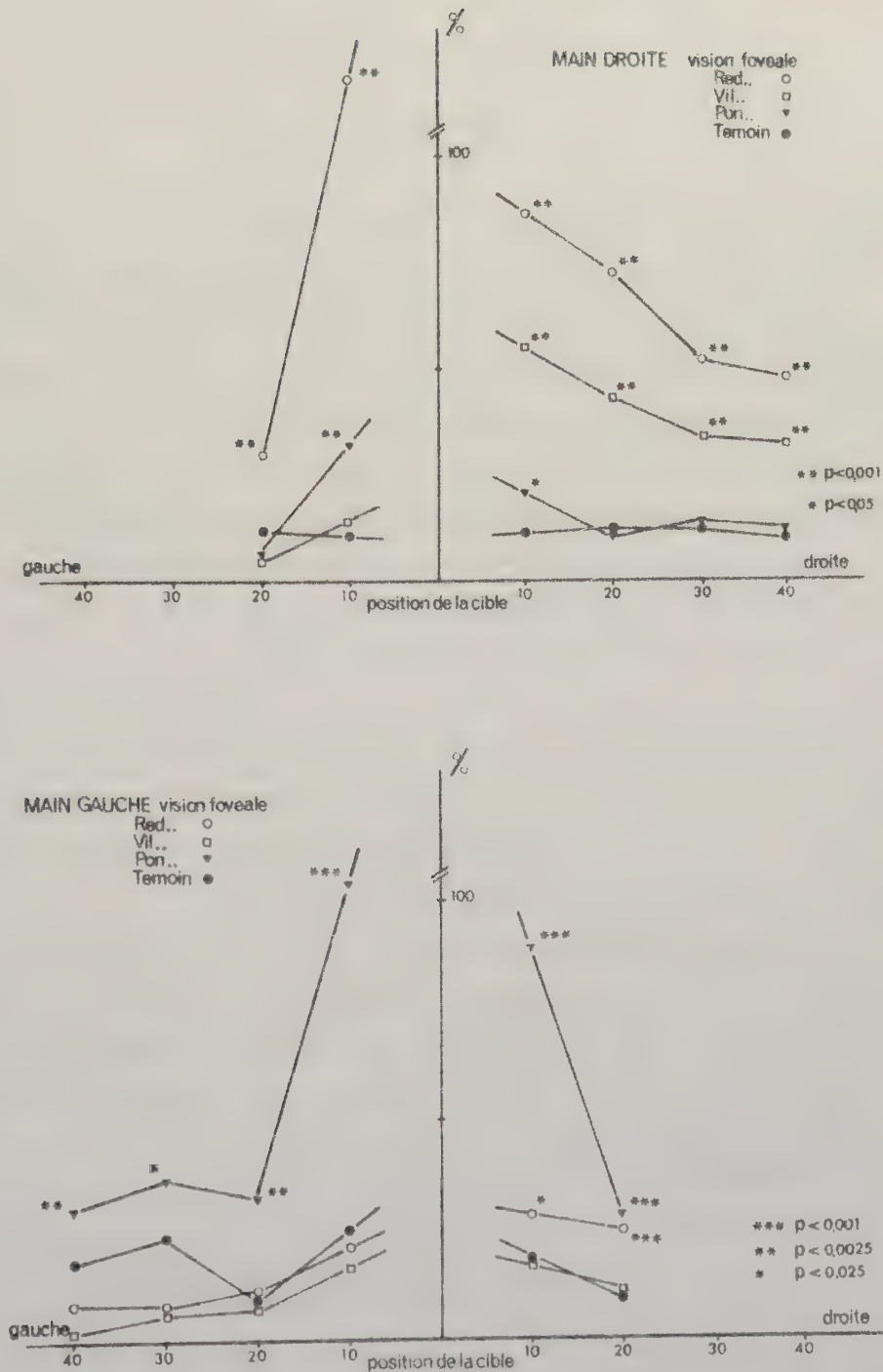


Figure 68 - Coefficient de détérioration relative de la précision en condition B0 par rapport à la condition BF ($\left| \frac{BF - B0}{BF} \right| \times 100$) pour chaque cible, en vision fovéale, par rapport aux témoins.

En haut : main droite

En bas : main gauche

Ce rapport est significativement augmenté, dans les 2 champs, pour la seule main controlatérale à la lésion (MD pour Red. et Vil., MG pour Pon.)

CHAPITRE VIII - DISCUSSION

A - ETUDE ANATOMIQUE

L'ensemble des données relatives à la topographie lésionnelle indique clairement chez nos patients, que les lésions responsables de l'ataxie optique sont centrées sur la région pariétale postérieure, notamment sur le lobule pariétal supérieur.

Dans l'unique observation anatomique de notre série (n°7 Pon.), le noyau tumoral est situé très profondément, dans la substance blanche de la jonction pariéto-temporo-occipitale, en position juxtacalleuse droite. L'infiltration tumorale est visible sur la partie externe et supérieure de l'hémisphère, en arrière du gyrus postcentral. C'est à ce niveau que l'on trouve la cicatrice transversale de l'incision chirurgicale (figure 69). Dans la mesure où l'exérèse tumorale a été réalisée en dessous de cette incision, on peut supposer qu'une grande partie du cortex et de la substance blanche du lobule pariétal supérieur a été lésée.

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'autres observations anatomiques d'ataxie optique unilatérale et isolée. Cependant, plusieurs observations chirurgicales ont été rapportées. Il s'agit notamment de celles de Castaigne et coll. (1971-1975) dans lesquelles une ataxie optique dans le champ gauche est survenue après une incision chirurgicale pariéto-occipitale droite, proche de celle de notre patiente Pon. Cependant, à la différence de notre observation, les auteurs admettent (en l'absence de vérification anatomique) que cette lésion chirurgicale est isolée. (figure 70).

Notons également l'observation n° 1 de Brain (1941) où l'imprécision du pointage manuel, dans le champ droit a été consécutive à une exérèse partielle du lobule pariétal supérieur gauche pour ablation d'esquilles osseuses.

Les observations anatomo-cliniques dont on dispose correspondent en fait à des lésions bilatérales. Mey (1977, obs. n°9) fait état de métastases pariétales bilatérales, situées dans l'axe pariétal blanc, dans un cas d'ataxie optique bilatérale. Les autres

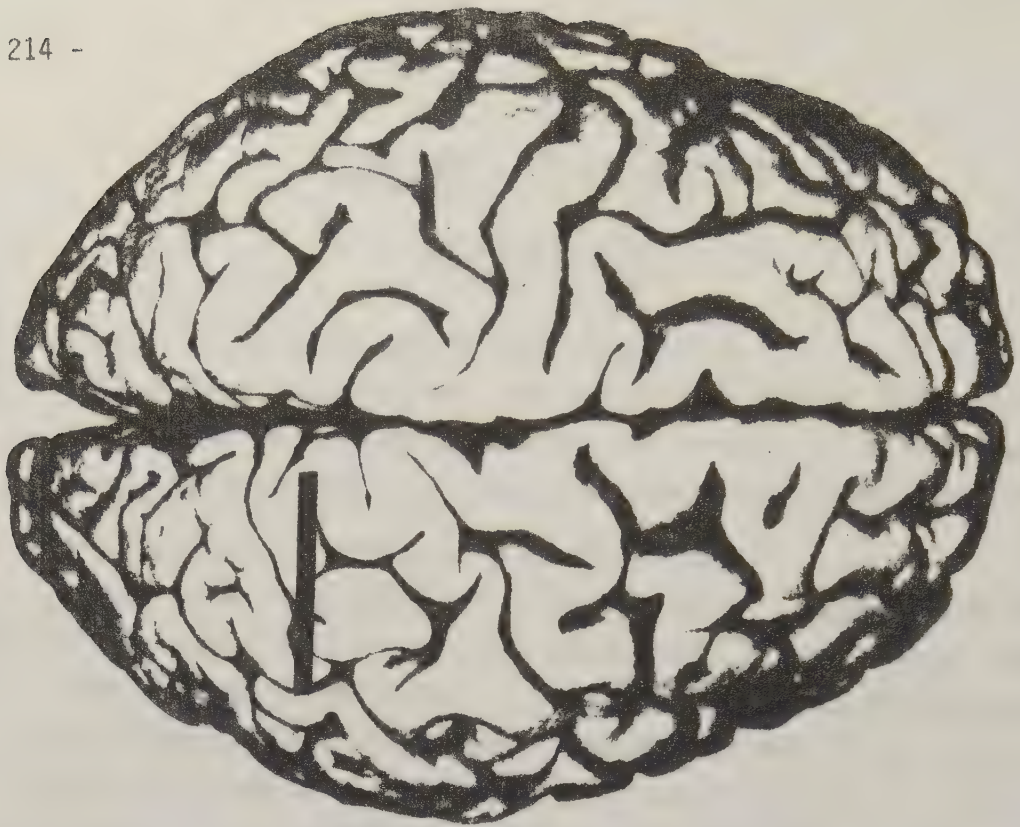


Figure 69 - Siège de la cicatrice opératoire chez Pon. sur une vue supérieure du cerveau. Dessin d'après photographie de la pièce anatomique.

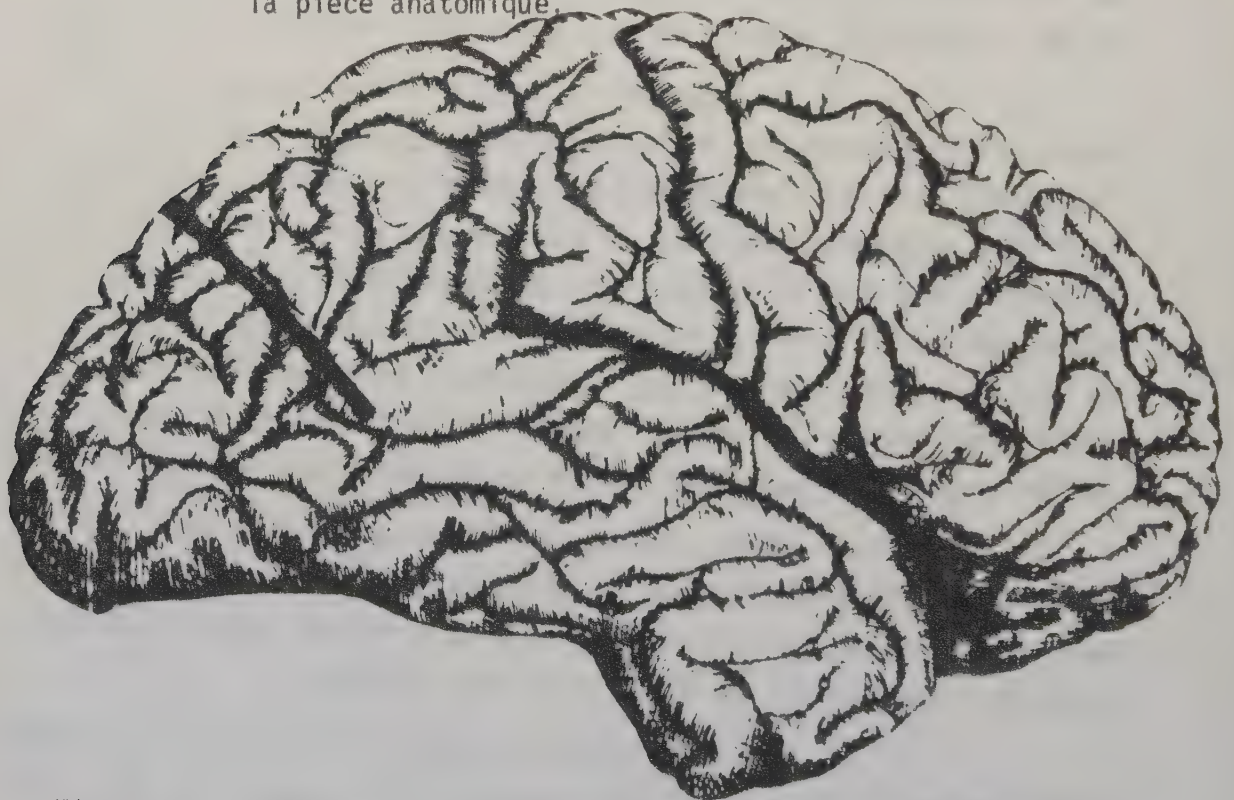


Figure 70 - Siège de la voie d'abord dans les observations de Castaigne et coll. (1971-1975). D'après Rondot, 1978.

observations entrent dans le cadre des syndromes de Balint ou de Holmes. Dans sa thèse, Eyssette fait état des 13 cas anatomiques publiés jusqu'en 1969. Les lésions, qui épargnent toujours les lobes occipitaux, sont situées à la jonction pariéto-occipitale. Une lésion calleuse peut être associée, mais n'est cependant pas constante (Michel et coll., 1965). Sur le plan étiologique, il s'agit généralement de tumeurs bipariéto-occipitales ou bien de ramollissements dans les territoires frontières entre la circulation carotidienne et cérébrale postérieure. L'observation plus récente de Kase et coll. (1977, obs. n° 1) **est** comparable. Les lésions ischémiques concernent électivement le tiers postérieur du lobule paracentral gauche et, de façon bilatérale, le gyrus cingulaire, le précunéus et le lobule pariétal supérieur. Le sillon intrapariétal est respecté, ainsi que les gyri angulaire et supramarginal.

Les données anatomiques "in vivo" fournies par la scanographie vont dans le même sens. Parmi nos 5 patients ainsi étudiés, au moins 3 d'entre eux présentent des lésions ischémiques qui paraissent toujours concerner la région pariétale postérieure, au niveau du cortex et de la substance blanche sousjacente. Les mêmes constatations ressortent des observations de Lévine et coll. (1978) et de Damasio et Benton, 1979).

B - PRECISION DES MOUVEMENTS DE PREHENSION ET D'ORIENTATION MANUELLES

1°) Mouvement de préhension à but visuel

L'étude des performances de préhension d'objet et d'orientation manuelle permet de reconnaître, tout d'abord, certains traits communs à tous les cas d'ataxie optique.

Elle se manifeste presque exclusivement en vision périphérique, et, de façon plus marquée dans le champ visuel opposé à la lésion. Le membre supérieur controlatéral à la lésion est plus lent, et généralement plus imprécis. L'ataxie optique semble concerner tout à la fois la motricité proximale du membre, contrôlant sa projection balistique en direction d'une cible visuelle, et la motricité distale dont le rôle est dévolu à l'adaptation de l'organe de saisie en vue de la préhension. L'imprécision de la projection du membre conduit à une erreur spatiale (erreur de direction ou de distance) ; le défaut de l'adaptation distale se manifeste par l'absence de prédisposition manuelle à la saisie d'objet et à l'orientation dans la fente au test de la roue. L'intensité du déficit est variable suivant les sujets. Il est également susceptible d'évoluer de façon régressive chez un même sujet.

Certaines différences peuvent cependant être reconnues selon la latéralisation lésionnelle.

Ainsi, en cas de lésion droite, les erreurs spatiales aussi bien que les erreurs d'orientation manuelle, se manifestent dans le seul champ visuel gauche, de manière presque équivalente pour les 2 mains. Les performances dans le champ droit sont par contre précises avec l'une ou l'autre main (hormis quelques rares erreurs avec la MG).

L'ataxie optique par lésion gauche semble associer un facteur lié au champ droit et un facteur lié à la main droite. Ainsi, dans le champ droit, l'imprécision "spatiale" du geste et le défaut d'orientation manuelle sont plus importants pour la MD que pour la MG. La MD commet également des erreurs dans le champ gauche. La comparaison des performances lors des combinaisons croisées, notamment dans un même champ, semble indiquer une certaine prédominance du facteur d'imprécision lié à la MD sur celui lié au champ droit.

Le trouble du contrôle distal du mouvement présente en outre certaines particularités que l'on peut rapprocher des manifestations apraxiques associées (cf. VIII. C).

Cette distinction est très proche de celle formulée par Mey (1977) au terme d'une étude comparable. L'ataxie optique est un phénomène plus complexe qu'il peut n'y paraître à première vue puisque sur le plan analytique, elle semble mettre en jeu 2 facteurs d'imprécision liés au champ visuel et à la main. Selon la latéralisation lésionnelle (et compte tenu de la spécialisation hémisphérique), l'un ou l'autre de ces facteurs est au premier plan, et imprime ainsi certaines particularités à l'ataxie optique.

2°) Guidage acoustique du mouvement

Un certain degré d'imprécision semble pouvoir être retenu. Cependant, les erreurs de pointage manuel sur les cible acoustiques ne sont pas systématisées en terme de champ ou de main.

Il s'agit d'un trouble sans expression fonctionnelle, que l'examen systématique a révélé, comme dans les observations de Tzavaras et Masure (1976) et Brouchon (1979).

Une véritable "ataxie acoustique" peut être rencontrée en cas de lésions bipariéto-occipitales (Holmes, 1918 ; Kase et coll., 1977). Elle se manifeste alors par une désorganisation complète du comportement de pointage manuel et d'orientation céphalique en direction d'une cible acoustique, le sujet pouvant même se tourner du côté opposé au stimulus.

Cette imprécision n'est pas liée à un trouble perceptif de l'audition (Kase et coll., 1977) ni à une négligence de l'hémi-espace acoustique, telle qu'elle peut se manifester dans le cadre des négligences spatiales unilatérales (Altman

et coll., 1979). Elle répond vraisemblablement à une incoordination acoustico-motrice, qu'il est tentant de rapprocher de l'ataxie optique. D'ailleurs dans l'observation n° 1 de Kase et coll. (1977), le cortex auditif des lobes temporaux est respecté. L'unique lésion, pariétale postérieure, rend très probablement compte du trouble du guidage acoustique du mouvement. Ceci peut être rapproché du fait que la partie inférieure de l'aire 7, à proximité du sillon temporal supérieur, contient, chez le singe, des neurones auditifs (Hyvarinen, 1979). L'"ataxie acoustique" serait ainsi l'expression clinique du rôle d'intégration acoustique de l'aire 7.

C - DISCUSSION DES SIGNES ASSOCIES A L'ATAXIE OPTIQUE

1°) Force musculaire

Dans toutes les observations, la force musculaire segmentaire est à l'évidence suffisante pour la réalisation des gestes de saisie.

La force est parfois strictement normale.

Dans 4 cas, cependant, il existe de minimes anomalies de la motricité distale concernant la main controlatérale à la lésion. Il est difficile de faire la part entre une nature purement déficitaire du trouble et une origine apraxique (au sens large). Ces anomalies consistent en un certain degré de ralentissement des gestes rapides répétitifs (pianotage, marionnettes) chez les 4 malades (Del., Par., Vil., Bau.), co-existant chez 2 d'entre eux (Del., Vil.) avec une discrète diminution de la force de la pince pouce-index.

Le test du "tapping", qui permet une quantification des performances répétitives de chaque main, a été réalisé chez 2 patients (Red., Vil.). Les différences notées entre les 2 mains sont très minimes, dans le sens d'une "lenteur" relative de la main droite chez Vil., et de la main gauche chez Red.

2°) Troubles praxiques

Des difficultés d'ordre apraxique sont très fréquentes parmi nos 7 observations.

- Une apraxie constructive est notée à 5 reprises, dans 3 cas lors de lésion hémisphérique gauche (Del., Par., Red.) et dans les 2 cas de lésion hémisphérique droite (Bau., Pon.).
- Une apraxie idéomotrice, plus ou moins importante est présente chez les 5 patients porteurs d'une lésion gauche : elle est bilatérale et identique pour les 2 mains chez Vil. ; bilatérale à prédominance droite chez Rio., et Par. ; bilatérale à prédominance gauche chez Red. ; enfin elle est latéralisée à la main droite chez Del.

- Un certain degré d'apraxie idéatoire est rencontré chez 4 patients porteurs d'une lésion hémisphérique gauche : cette apraxie est toujours bilatérale (Par., Red., Vil.) mais peut prédominer sur la main droite (Rio.).

Nous n'avons pas observé d'apraxie de l'habillage comme chez le malade de Damasio et Benton (1979), ni d'"apraxie truncale" (incapacité à s'asseoir correctement sur une chaise, à s'étendre sur un lit dans le bon sens...), qui s'observe généralement lors de lésions bilatérales (Hecaen et coll., 1950 ; Denny-Brown, 1958 ; Brusa et Moretti, 1962 ; Cogan, 1965 ; Messimy et coll., 1966 ; Kase et coll., 1977).

2.1) Apraxie constructive

Nous n'insisterons pas dans ce travail sur cet aspect des manifestations apraxiques. En principe, l'apraxie constructive possède des caractères différents suivant le côté de la lésion. Elle pourrait relever de difficultés visuo-spatiales dans les lésions droites, et d'un défaut de programmation du geste dans les lésions gauches (Paterson et Zangwill, 1944 ; Hecaen et coll., 1951 ; Hecaen et Assal, 1970).

2.2) Apraxie idéomotrice

Sa fréquence parmi nos observations appelle les 3 développements suivants :

- son existence chez les seuls sujets porteurs d'une lésion hémisphérique gauche postérieure, soulignant le rôle de cet hémisphère dans le contrôle gestuel.

- la fréquente asymétrie des performances entre les 2 mains.

- les rapports entre apraxie et ataxie optique.

- Rôle de l'hémisphère gauche dans le contrôle gestuel

Depuis les travaux classiques de Liepmann (1908) on admet qu'une lésion pariétale gauche comprenant les gyri supra-marginal et angulaire peut déterminer une apraxie idéomotrice. De nombreuses études ont ultérieurement confirmé la dominance de l'hémisphère gauche pour le contrôle des actes moteurs. Si la nature

de cette dominance échappe, une indépendance vis à vis du langage lui est généralement reconnue (Kimura et Archibald, 1974 ; Heilman, 1979). Tous les actes moteurs semblent concernés, depuis la gestualité élaborée et signifiante jusqu'aux simples mouvements d'habileté manuelle.

Ainsi l'apprentissage de séquences gestuelles significatives ou non est perturbé de façon bilatérale, après lésion hémisphérique gauche (Kimura et Archibald, 1974 ; Heilman et coll., 1975 ; Beauvois et Lhermitte, 1975 ; Kimura, 1977 ; De Renzi et coll., 1980). Le ralentissement bilatéral des mouvements répétitifs observé lors des lésions gauches, plaide également en faveur de l'exercice par cet hémisphère d'un contrôle bilatéral sur la motricité volontaire (Wyke, 1967-1971). L'existence d'une voie motrice ipsilatérale plus développée au niveau de cet hémisphère semble confortée par d'autres travaux (Gazzaniga et coll., 1967 ; Van der Staak, 1975).

Si l'hémisphère gauche est le support des engrammes moteurs (Heilman, 1979), son rôle essentiel pourrait résider dans le contrôle du déroulement séquentiel des actes moteurs. Il n'est pas certain cependant, que ce déficit suffise à rendre compte des désordres gestuels idéomoteurs (Hécaen, 1978).

- Asymétrie des performances entre les 2 mains et apraxies unilatérales

Dans 3 observations, les 2 mains n'ont pas des performances identiques. L'apraxie prédomine ainsi au niveau du membre supérieur gauche dans un cas (Red.), au niveau du membre supérieur droit dans 2 autres cas (Rio., Par.). En outre, une asymétrie des performances se manifeste chez Vil., uniquement sur imitation visuelle : la main gauche améliore son score, et le déficit prédomine alors au membre supérieur droit.

Aucun schéma explicatif ne rend compte de manière satisfaisante de ces phénomènes.

Le schéma associationniste classique (Liepmann, 1908 ; Geschwind, 1965, 1967) ne peut rendre compte d'une apraxie unilatérale qu'au niveau du membre supérieur gauche (chez le droitier). Celle-ci peut résulter d'une lésion prémotrice gauche (apraxie sympathique) ou d'une lésion calleuse. Dans ce dernier cas, elle ne se manifeste que pour les consignes verbales et disparaît sur imitation visuelle (Geschwind, 1967 ; Gazzaniga et coll., 1967).

D'autres atteintes unilatérales de la gestualité sont connues (Hécaen et Gimenez Alava, 1960). Elles concernent des faits qui se trouvent à la limite de la notion d'apraxie idéomotrice. Ce sont les apraxies kinétiques au sens de Denny-Brown (1958), de type apraxie d'aimantation ou apraxie d'évitement, certaines apraxies unilatérales droites ou gauches proches des phénomènes de négligence de l'espace corporel et de l'espace extra corporel, et certaines manifestations de négligence motrice.

L'enregistrement magnétoscopique montre clairement chez nos patients le caractère asymétrique des performances praxiques entre les 2 mains, qu'il y ait ou non une véritable apraxie idéomotrice. Il est difficile de fixer les limites à partir desquelles on peut parler d'apraxie (ainsi Del. réussit 69% des épreuves avec la main droite ; le trouble se manifeste plus par la perte du caractère harmonieux de la réalisation que de l'organisation séquentielle du geste). Doit-on considérer certaines de ces difficultés comme de nature pré-apraxique (Denny-Brown, 1958) ?

L'asymétrie des manifestations apraxiques ou pré-apraxiques est certainement déterminante pour la survenue d'un changement de prévalence manuelle pour certaines activités. Ceci s'observe chez 3 patients droitiers, Par., Red. et Vil., qui initient avec la main gauche les gestes avec manipulation d'objets (praxie idéatoire) et avec la main droite les gestes sans objets (praxie idéomotrice). Les observations de Tzavaras et coll. (1974) et Tzavaras et Masure (1976) rapportent des faits semblables.

Une perte de la préférence manuelle a été décrite chez l'homme après lésion du corps calleux (Dimond et coll., 1977) ou de la région pariétale postérieure gauche (Tzavaras, 1978). Elle est indépendante de la discrète diminution de force musculaire mais peut être en partie liée aux phénomènes de négligence motrice.

- Relation entre apraxie unilatérale (ou à prédominance unilatérale) et ataxie optique.

Les manifestations praxiques ou pré-apraxiques sont susceptibles de retentir sur l'ataxie optique.

Si les troubles praxiques sont au premier plan, ils peuvent masquer l'ataxie optique, si on ne la recherche pas, ce qui expliquerait peut être la rareté des cas d'ataxie optique par lésion gauche par rapport à ceux liés à des lésions droites publiés jusqu'ici. Lorsqu'ils sont plus discrets, de type "pré-apraxique", ils contribuent à donner à l'ataxie optique par lésion gauche un aspect différent de celle par lésion droite.

Le mouvement du membre supérieur droit est considérablement ralenti; il est parfois "parasité" par des mouvements superflus, inutiles, et le renoncement en cours de geste est fréquent. Comme chez les sujets porteurs d'une lésion droite, le contrôle de la motricité distale est altéré; en particulier les erreurs d'orientation de la main au test de la roue sont très importantes et s'ajoutent aux erreurs spatiales. Cependant, à la différence de ces sujets, la main ne présente pas uniquement un "fanning"; lors des gestes de saisie, on observe souvent une fermeture intempestive de la main ou une flexion et un accollement des doigts entravant les possibilités de préhension; l'engagement de la main dans la fente est difficile et souvent, seuls 2 ou 3 doigts parviennent au but. La main droite des sujets avec lésion gauche utilise beaucoup moins que la main gauche des sujets avec lésion droite, les indices visuels ou tactiles pour corriger l'imprécision du geste initial. Ceci s'observe notamment chez Red. et Vi1. ainsi que dans l'étude de Tzavaras (1979). La difficulté du contrôle des mouvements fins des extrémités se manifeste également par une

augmentation importante du temps nécessaire pour extraire le bouton au test de la roue (Tzavaras et Masure, 1976). Les difficultés du contrôle des mouvements indépendants des doigts chez les sujets présentant une ataxie optique seraient en fait toujours liées à une apraxie associée (Faglioni, 1979).

Il est difficile de retrouver l'équivalent de telles perturbations dans le domaine de l'expérimentation animale, même si certaines peuvent en être rapprochées. Ainsi la perte du contrôle visuel des mouvements fins des doigts chez le singe ayant subi une leucotomie pariéto-occipitale ou une lésion prémotrice, serait assez proche de manifestations de type apraxique dans la mesure où le membre controlatéral à la lésion adopte difficilement des stratégies de recherche de nourriture nécessitant de contourner un obstacle (Kuypers et Haaxma, 1975 ; Moll et Kuypers, 1977).

2.3) Apraxie idéatoire

Un degré plus ou moins important d'apraxie idéatoire est présent dans 4 observations correspondant à une lésion unilatérale pariétale gauche. Dans la 5ème observation par lésion gauche (Del.) les difficultés du maniement de certains objets semblent relever de l'ataxie optique elle-même.

L'apraxie idéatoire s'observe généralement lors de lésions bilatérales, mais l'atteinte hémisphérique gauche est déterminante. Ainsi, De Renzi et coll. (1968) estiment qu'elle est présente dans 28% des lésions gauches. Son association à une ataxie optique a cependant rarement été signalée (Tzavaras et Masure, 1976).

3°) Négligence motrice

Une sous-utilisation du membre supérieur controlatéral à la lésion est notée 6 fois parmi nos 7 observations. Elle est présente, à des degrés divers, chez nos 5 patients porteurs d'une lésion gauche et a été observée transitoirement chez un des 2 patients porteurs d'une lésion droite (Bau.). Dans ce dernier cas, elle s'intégrait dans le cadre d'une héli-asomatognosie gauche à minima.

Cette fréquence tout à fait remarquable ne paraît guère avoir été signalée auparavant (Tzavaras et coll., 1974 ; Tzavaras et Masure, 1976).

L'attitude du membre supérieur est semblable dans tous les cas : il est semiflêchi, collé au corps, la main fermée. Il est hypokinétique, n'initie généralement pas les gestes notamment au cours de l'examen des praxies (en particulier idéatoires).

Ce déficit n'est pas lié à un trouble moteur ou sensitif ; il ne s'associe pas à un syndrome de négligence spatiale unilatérale. Interprété comme un trouble du sens positionnel par Denny Brown et Chambers (1958), il se rattache au cadre de la "négligence motrice" que Castaigne et coll. (1970) ont décrit après lésion rétro-rolandique droite ou gauche. On peut noter qu'une difficulté pour saisir les objets est observée dans les 3 observations de ces auteurs. Ce comportement évoque tout à fait la sous-utilisation motrice du membre controlatéral à une lésion pariétale chez le singe (Faugier Grimaud et coll., 1978).

Chez le patient où ce trouble est le plus évident (Red.), il est intéressant de noter que les lésions comprennent à la fois l'aire pariétale postérieure gauche, le gyrus cingulaire et la région prémotrice gauche. Une lésion de chacune de ces zones est en elle-même susceptible de déterminer un même comportement de négligence motrice (Welch et Stuteville, 1958 ; Castaigne et coll., 1972).

4°) Troubles sensitifs

L'absence de troubles sensitifs importants est nécessaire pour retenir une ataxie optique. Hormis pour Rio., où l'on note une hypoesthésie à tous les modes sur l'hémicorps droit, les stigmates d'atteinte sensitive sont minimales chez 4 autres patients (Del., Par., Vil., Bau.). Ils se résument à de discrètes anomalies, au niveau de la main, du sens positionnel des doigts (Del., Par., Vil., Bau.), des cercles de Weber (Vil.), une extinction sensitive (Par., Vil.) et un trouble discret de la stéréognosie (Par., Vil.).

Ces minimes troubles sensitifs ne permettent pas de rendre compte des difficultés de coordination visuomotrice de nos sujets dans la mesure où ce trouble se latéralise généralement à un hémichamp visuel et qu'il se manifeste habituellement pour les 2 membres supérieurs.

5°) Troubles du schéma corporel

Ils sont présents dans 3 observations, sous une modalité dépendant de l'hémisphère lésé. Leurs caractères rejoignent les descriptions classiques.

Ils sont rencontrés chez les 2 patients porteurs d'une lésion droite : il s'agit de manifestations asomatognosiques de l'hémicorps gauche, évoluant sur un mode chronique (bien que regressif) chez Bau., en s'accompagnant d'hallucinations visuelles, et sur un mode paroxystique chez Pon., avec un sentiment critique de non appartenance de l'hémicorps comme l'a décrit Hécaen (1972).

Les désordres somatognosiques sont beaucoup plus rares, dans notre série, en cas de lésion gauche : sur les 5 patients, seul Red. présente une autotopoagnosie, associée à un syndrome de Gerstmann au complet, avec une agnosie digitale une agraphie, une acalculie et une indistinction droite-gauche. Par ailleurs, Vil. présente quelques difficultés se rapportant à une agnosie digitale.

L'importance de ces troubles n'est cependant pas, chez nos malades, parallèle à celle de l'ataxie optique. En effet, d'une part, le syndrome de Gerstmann chez Red. a fortement regressé au moment où l'ataxie optique demeure très importante, lors de l'enregistrement. D'autre part, Par. qui présente un trouble majeur du guidage visuel de la main n'a pas de désordre de son schéma corporel.

Les observations de la littérature mentionnant un trouble du schéma corporel associé à une ataxie optique sont rares. Il s'agit d'hémiasomatognosie gauche (Brain, 1941 ; Rondot et coll., 1977) ou droite (Brain, 1941), d'autotopoagnosie ou d'agnosie digitale (Tzavaras et coll., 1974 ; Boller et coll., 1975 ; Damasio et Benton, 1979). Ces derniers auteurs font pourtant, comme nous l'avons vu, de l'agnosie de l'extrémité supérieure, un déficit à la base de l'ataxie optique.

6°) Oculomotricité

Les mouvements oculaires ne montrent pas cliniquement d'anomalies très nettes. Tout au plus, peut-on noter chez Del. et Par. une limitation des mouvements de latéralité vers la droite, avec une "fragmentation" des mouvements oculaires. Cette anomalie est vraisemblablement du même ordre que celles observées sur les enregistrements oculographiques de Vil. et Pon., où les saccades dirigées vers le champ opposé à la lésion sont hypométriques et multiples. Cependant, la fovéalisation paraît correcte dans tous les cas.

Ces données semblent confirmer que les troubles de la fixation oculaire ne sont pas l'élément déterminant l'ataxie optique. La fixation préalable améliore à l'évidence la précision du geste de préhension. Cependant, elle n'est pas nécessaire au sujet normal pour saisir correctement. L'association éventuelle des troubles oculaires à l'ataxie optique serait ainsi fortuite et liée à la proximité topographique des régions impliquées dans l'un et l'autre trouble (Rondot, 1978).

Chez 3 patients (Bau., Del., Red.), le clignement à la menace est aboli, ou s'épuise très rapidement, à moins d'utiliser comme stimulus le propre bras du sujet. Dès lors le réflexe devient inépuisable. Ce fait semble avoir été assez rarement signalé. On en retrouve mention dans certaines observations avec lésions bilatérales, (Holmes, 1918 ; Stengel, 1944 ; Michel et coll., 1965).

7°) Capacités perceptives visuelles

Dans toutes les observations, où il a été pratiqué le champ visuel mesuré au périmètre de Goldman est considéré comme normal.

Parfois, cependant, les sujets se plaignent d'une vision de moins bonne qualité dans l'hémichamp controlatéral à la lésion. La perception des objets les plus périphériques est parfois fluctuante. La perception s'"évanouit" dans certains cas lorsque le sujet est fatigué ou lorsque la main approche pour saisir l'objet, comme chez le malade de Tyler (1968).

L'examen clinique peut retrouver des performances moindres dans cet hémichamp : la présentation simultanée de plusieurs objets ou de plusieurs brins de laine de différentes couleurs dans ce champ donne parfois lieu à la seule identification de l'objet, ou de la couleur, le plus proche de la zone fovéale (Del., Bau., Pon.). La "faiblesse" de la partie périphérique de l'hémichamp, au sens de Bay (1953), se manifeste ainsi par un comportement de type simultagnosique tel que l'a décrit Wolpert (1924).

Toutefois, il n'existe pas d'extinction visuelle lorsque les 2 champs sont mis en compétition.

La périmétrie avec l'appareil de Harms, réalisée chez 4 patients (Del., Vil., Bau., Pon.) a montré un champ visuel normal lorsqu'on utilise des stimuli de dimension et d'intensité maximum. Cependant, un rétrécissement modéré du champ controlatéral à la lésion apparaît chez 3 patients sur de plus petits isoptères (Del., Bau., Pon.).

Sans tirer de conclusions pour les patients chez lesquels ce test n'a pas été pratiqué, on peut remarquer qu'un déficit relatif au périmètre de Harms est noté chez les 3 sujets présentant des manifestations d'"extinction" de l'objet le plus périphérique par l'objet le plus médian.

Dans les rares observations de la littérature comportant une étude précise des fonctions visuelles, des anomalies sont également fréquemment notées malgré la normalité du champ visuel au périmètre de Goldman. Sur les 4 patients de Mey (1977) qui ont bénéficié d'une périmétrie de Harms, un seul présente un champ normal et encore ne connaît-on pas les caractéristiques physiques du stimulus. Un déficit est également présent chez la malade de Damasio et Benton (1979) en ce qui concerne la fréquence critique de fusion dans le champ controlatéral à la lésion.

- La vision stéréoscopique, étudiée chez 3 malades est normale, comme chez les malades de Holmes (1918), Riddoch (1935), Garcin et coll. (1967) et Lévine et coll. (1978).

- Test perceptif spatial.

Ce test a été réalisé chez 2 sujets porteurs d'une lésion gauche. Il existe des erreurs dans l'appréciation de la localisation de points et de l'orientation de lignes, surtout dans la partie la plus périphérique du champ. Ces erreurs prédominent dans le champ droit chez Vil., et sont réparties de façon identique des 2 côtés chez Red.

On pourrait penser que les lésions hémisphériques droites déterminent des troubles de perception spatiale plus importants que les lésions gauches dans la mesure où l'hémisphère droit est dominant pour le traitement des données relatives à la position spatiale des objets (Kimura, 1969 ; Taylor et Warrington, 1973 ; Hannay et coll., 1976) et à la discrimination des orientations (Fontenot et Benton, 1972 ; De Renzi et coll., 1971 ; Umiltà et coll., 1974 ; Benton et coll., 1975 ; Benton et coll., 1978 ; Sasayama et Kobayashi, 1978). Cette dominance se manifeste également pour la stéréopsie et la perception de la profondeur (Carmon et Bechtoldt, 1969 ; Benton et Hécaen, 1970 ; Danta et coll., 1978).

Cependant, une étude comparable à la notre, réalisée par Mey (1977) chez 2 patients, l'un porteur d'une lésion droite, l'autre d'une lésion gauche, montre une similitude des performances.

Les troubles de perception spatiale sont minimes, souvent non liés au champ où prédomine l'ataxie optique et peuvent même exister sans celle-ci (Ratcliff et Davies-Jones, 1972). Ces faits suggèrent l'indépendance de l'ataxie optique vis à vis de ces troubles perceptifs même si ces derniers sont certainement susceptibles de l'aggraver. Les ataxie optiques par lésion droite ne sont d'ailleurs pas plus fréquentes que celles par lésion gauche.

D - DISCUSSION DES DONNEES PSYCHOPHYSIQUES

Nous envisagerons successivement les questions relatives au comportement oculomoteur puis celles à la précision du pointage manuel.

1°) Comportement oculomoteur

La mesure des latences de réponse oculaire à l'apparition d'une cible visuelle périphérique montre, chez nos 3 patients, une certaine stabilité des performances individuelles tout au long des diverses sessions expérimentales, témoignant de leur parfaite vigilance et de leur coopération ; les différences inter individuelles sont par contre importantes.

. La latence oculaire est globalement accrue par rapport aux témoins chez 2 patients (Red., Pon.). Elle augmente avec l'excentricité de la position du stimulus, ainsi que chez le sujet normal, mais la croissance est plus rapide. Pour les cibles situées à 30 et 40° on pourrait évoquer une relative "inattention visuelle" s'il existait conjointement d'autres éléments neuropsychologiques en faveur d'une négligence spatiale. C'est le cas chez Red., pour lequel l'augmentation des latences ne s'observe d'ailleurs que dans le seul hémichamp droit, mais non chez Pon. pour laquelle cette augmentation est bilatérale et symétrique.

. La morphologie des saccades oculaires est anormale dans 2 cas (Vil., Pon.) sur les tracés oculographiques. Les saccades sont imprécises, fortement hypométriques, s'accompagnent de plusieurs saccades de correction lorsqu'elles sont dirigées vers des cibles situées au delà de 20° dans l'hémichamp controlatéral à la lésion. Cependant, dans tous les cas y compris les 2 où une "fragmentation" des saccades a été notée cliniquement (Del., Par.), la fixation de la cible s'effectue à tout coup, et l'on ne peut donc parler d'une ataxie du regard.

L'"inattention visuelle", et les troubles du comportement oculomoteur concernent exclusivement la partie périphérique du champ controlatéral à la lésion ainsi d'ailleurs que les difficultés perceptives mentionnées précédemment. Ces constatations s'accordent avec le rôle des aires pariétales postérieures dans les processus de mobilisation de l'attention visuelle et de déplacement du regard vers les stimuli apparus dans le champ visuel controlatéral.

De fait, un certain degré de négligence visuelle s'observe assez fréquemment dans les lésions hémisphériques postérieures, droites ou gauches (Chain et coll, 1979), indépendamment de tout symptôme d'ataxie optique. Deux principales explications ont été avancées. La première en date attribue la négligence à la déafférentation sensorielle des aires pariétales (Critchley, 1953 ; Battersby et coll., 1956). Il est vrai que la négligence prédomine pour la partie du champ présentant des difficultés perceptives (discrimination d'objets, localisation spatiale, périmétrie de Harms). En outre, si l'on augmente la taille ou la luminance de la cible dans le champ périphérique, les performances s'améliorent (Zihl et Von Cramon, 1979b). Cependant, Latto (1977) ne constate pas d'augmentation du seuil perceptif pour un spot lumineux après lésion pariétale postérieure chez le singe. La seconde théorie dissocie les phénomènes perceptifs et de négligence, pour considérer que l'augmentation des latences oculaires dans l'hémichamp controlatéral à une lésion pariétale postérieure traduit un défaut des mécanismes d'attention sélective (Heilman et Watson, 1977 ; Heilman et Valenstein, 1979 ; Watson et Heilman, 1979). Cette "hémiinattention" résulterait d'un dysfonctionnement du circuit pariétocingulo réticulaire propre à chaque hémisphère, dont l'activation serait la base des mécanismes d'orientation.

Les anomalies de l'"attention" visuelle et des saccades, rencontrées chez nos patients ne sont pas spécifiques des lésions pariétales postérieures ; elles peuvent s'observer notamment lors de lésions des structures visuelles sous-corticales qui sont liées fonctionnellement au cortex pariétal ("second système visuel").

Ainsi, une lésion colliculaire peut déterminer une négligence de l'hémichamp opposé, une augmentation des latences oculaires, des saccades hypométriques accompagnées de plusieurs saccades de correction, aussi bien chez l'homme (Heywood et Ratcliff, 1975) que chez le singe (Mohler et Wurtz, 1977). Comme pour les lésions pariétales, ces anomalies ne sont cependant pas constantes (Zihl et Von Cramon, 1979a). Une négligence pour la partie la plus périphérique du champ droit (au delà de 20°) est également notée par Zihl et Von Cramon (1979b) chez un malade présentant une lésion vasculaire incluant le pulvinar gauche. Rappelant certaines de nos observations, la présentation simultanée de 2 points lumineux dans le champ droit donne lieu à "l'extinction" du plus périphérique. Cependant, à la différence de nos observations, il existe également une extinction visuelle en faveur de la gauche en situation de compétition entre les 2 champs, lorsque les cibles sont présentées à une excentricité supérieure à 25° .

Ces anomalies des saccades oculaires ne semblent pas déterminantes dans la survenue d'une ataxie optique : bien que le développement prévisible des études oculographiques dans l'ataxie optique soit de nature à révéler des anomalies infracliniques, celles-ci sont inconstantes (ainsi notre patient Red.). Il existe à l'opposé, des observations comportant un trouble oculomoteur évoquant celui du syndrome de Balint, sans ataxie optique (Karpov et coll., 1979). De même, la suppression quasi complète des saccades d'exploration, obtenue chez l'animal après lésion associée

du colliculus supérieur et de l'aire 8 (ce qui n'est pas sans rappeler certains troubles oculomoteurs du syndrome de Balint) ne s'accompagne pas d'une imprécision du geste (Schiller et coll., 1979). Le dernier argument, tiré de notre étude, consiste en l'absence de corrélation significative entre l'amplitude de la lère saccade et celle du mouvement brachial effectué.

Ces données suggèrent que les anomalies du comportement oculomoteur déterminées par une lésion pariétale postérieure sont indépendantes de celles de la précision du pointage manuel.

Elles sont en faveur du traitement par des canaux indépendants, au niveau pariétal, des informations visuelles à destinée oculomotrice et manuelle, même si la proximité fonctionnelle des 2 systèmes rend l'association de leur atteinte très fréquente.

2°) Discussion des caractéristiques du mouvement de la main

2.1) Paramètres temporels

2.1.1. - Latence de départ de la main

Chez les 3 patients, la latence du départ de la main controlatérale à la lésion en direction d'une cible dans le champ correspondant (également controlatéral à la lésion) est supérieure à celle de la main ipsilatérale à la lésion pointant dans le champ correspondant (ipsilatéral). Ceci s'observe pour la MD dans le champ droit chez Red. et Vil., et pour la MG dans le champ gauche chez Pon. Ces données confirment à la fois l'impression clinique et les constatations cinématographiques.

. Chacune des 2 mains présente une latence de départ plus élevée pour pointer sur une cible dans le champ controlatéral à la lésion, que dans le champ ipsilatéral (surtout chez Pon.).

. Cependant, dans le champ controlatéral à la lésion, la latence de la main également controlatérale est toujours plus courte que celle de la main ipsilatérale.

Ces données permettent 2 constatations :

- le temps de réaction visuomanuel est plus court en combinaison main-champ ipsilatéral, c'est à dire en situation intrahémisphérique, comme chez le sujet normal, (Berlucchi et coll., 1971), même au niveau de l'hémisphère lésé.

- L'augmentation de la latence semble plus sous la dépendance du facteur "champ visuel opposé à la lésion" que du facteur "main opposée à la lésion". Ceci est confirmé par le fait que la latence de la combinaison main ipsilatérale à la lésion-champ controlatéral est supérieure à celle de la combinaison main controlatérale-champ ipsilatéral.

Ainsi, la sélection et l'initiation du programme de transport de la main sont retardées dès lors que la main (droite ou gauche) doit "utiliser" les informations visuelles issues du champ opposé à la lésion.

Cette augmentation de latence pourrait témoigner d'une stratégie particulière de "champ". En effet, si l'on compare la latence manuelle et la latence oculaire, on s'aperçoit que leur différence est très nettement accrue chez 2 de nos patients, Vil. et Pon. (d'environ 60ms et 130ms respectivement) dans le champ controlatéral à la lésion, pour l'une et l'autre main.

Cette différence est particulièrement importante dans les boucles visuo-manuelles partielles. Tout se passe comme si la main "attendait" que l'oeil ait fovéalisé la cible pour partir.

Cette stratégie particulière vise probablement à mieux spécifier la position de la cible par un repérage en coordonnées égocentriques et ainsi à utiliser préférentiellement sinon exclusivement, pour le pointage manuel, les canaux visuomoteurs de type "focal" plutôt que ceux de type "spatial". Il n'est cependant pas indifférent de signaler que ce comportement se manifeste chez les 2 patients présentant un trouble oculomoteur.

2.1.1. - Durée de transport du membre

Elle est globalement augmentée pour les 2 mains chez tous les patients. Cependant, cette "lenteur" prédomine pour la main controlatérale à la lésion, dans les 2 champs (surtout dans le champ controlatéral). Cette asymétrie entre les 2 mains s'observe chez les 3 patients dès lors que l'on compare des mouvements d'amplitude identique (BF-VF), mais elle est nettement plus marquée chez Red.

Cette lenteur de la main opposée à la lésion ne correspond pas à un trouble moteur, elle est en fait étroitement liée au contrôle visuel du mouvement.

En effet, le membre est susceptible de réaliser des mouvements beaucoup plus rapides lorsqu'il est sollicité par d'autres canaux sensoriels. Ainsi, le mouvement est rapide et adapté pour saisir le pouce de l'autre main (cf enregistrement magnétoscopique). En outre, lorsque le sujet ne dispose pas de la vision de son membre pendant le pointage ("boucle ouverte"), le mouvement est plus rapide (mais moins précis) que lorsqu'il l'effectue en boucle fermée (même compte tenu de la différence d'amplitude du geste). Cette différence prédomine pour la main opposée à la lésion, et atteint en moyenne 350ms chez Red., 147ms chez Vil. et 176ms chez Pon.

Ces éléments suggèrent (1) qu'en présence des réafférences visuelles, la précision du geste est meilleure (voir infra). (2) Le gain de précision est obtenu au prix d'un ralentissement considérable du mouvement. Ce ralentissement pourrait procéder de l'asservissement du geste au retrocontrôle visuel de la position du membre dans l'espace prolongeant ainsi un geste balistique en un geste "ajusté" aux conditions visuelles terminales (cf. chapitre III).

2.2) Paramètres spatiaux : précision du pointage manuel.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

(1) En condition "naturelle" (BF-VF), la précision du pointage est tout à fait normale chez les 3 patients, quelle que soit la main utilisée.

(2) En situation de BF-VP (condition de recherche de l'ataxie optique lors de l'examen clinique) apparaissent des erreurs de pointage, dans le champ droit, pour la main droite chez Red. et Vil., dans le champ gauche, pour la main gauche, et à un moindre degré la main droite, chez Pon.. L'imprécision et la dispersion des pointers augmentent avec l'excentricité de la cible.

Une certaine différence se manifeste entre les 2 premiers patients porteurs d'une lésion gauche et le 3ème porteur d'une lésion droite. Chez Red. et Vil., le pointage de la MD est presque toujours hypométrique et "suit" la position de la cible. Chez Pon., bien que la position finale de la main soit toujours corrélée à la position de la cible, les pointages de la MG semblent plutôt dirigés vers une position "moyenne" dans le champ, en hypermétrie pour les cibles proches, en hypométrie pour les plus excentriques.

Autre différence, ces erreurs se manifestent pour les 2 mains chez Pon., et pour la seule main controlatérale chez Red. et Vil.

(3) En l'absence de vision du membre (BO-VF), les performances de la main controlatérale à la lésion sont considérablement détériorées par rapport à la BF. Cet effet se manifeste pour la MD, dans le champ visuel droit chez Vil., dans les 2 champs visuels chez Red., et pour la MG, dans les 2 champs visuels chez Pon..

L'étude du pourcentage de la détérioration relative de la précision du pointer en B0 par rapport au pointer en BF ($\frac{BF - B0}{BF} \times 100$) objective une augmentation significative de ce rapport pour la seule main opposée à la lésion.

(4) Si l'on permet le repérage visuel de la position initiale de la main (condition BOX), l'amélioration de la précision est nette dans les 3 cas. On obtient le même effet si la vision du membre n'est possible que pendant le mouvement (BFX).

(5) Si la fovéalisation de la cible est insuffisante pour assurer une bonne précision de la main controlatérale à la lésion en B0, elle constitue néanmoins un facteur d'amélioration des performances. La précision est ainsi toujours meilleure en situation de VF qu'en situation de VP. Cette amélioration n'est pas exclusivement liée à la fovéalisation mais également à la saccade elle-même comme en témoignent les performances en VR chez Red. et Vil.

(6) La combinaison la plus défavorable est, dans toutes les situations expérimentales celle mettant en jeu main et champ controlatéraux à la lésion (MD-CD pour Red. et Vil., MG-CG pour Pon.).

(7) Les comparaisons effectuées (entre les 2 mains pour chaque champ, entre les 2 champs pour chaque main) confirment l'existence d'une double origine de l'imprécision du pointage : une influence du facteur champ visuel (controlatéral), et une influence du facteur main (controlatérale).

Le facteur d'imprécision lié à la main paraît même avoir une influence plus déterminante que celui lié au facteur champ. Ainsi, chez les 3 patients (surtout chez Red. et Pon.) la précision de la main ipsilatérale à la lésion pointant dans le champ controlatéral est meilleure que celle de la main controlatérale dans le champ ipsilatéral. On retrouve ici les données des enregistrements magnétoscopiques, au moins chez Red.

Ces résultats conduisent à individualiser 2 facteurs critiques pour la précision des performances de pointage chez nos 3 sujets.

2.2.1. - Rôle de l'oculomotricité

L'ataxie optique en relation avec une lésion unilatérale se manifeste essentiellement en vision périphérique. Si la saisie est précédée d'une saccade de fovéalisation, la précision devient souvent parfaite.

Ces constatations classiques ressortent clairement de notre étude expérimentale. Elles laissent préjuger du rôle prééminent qu'acquiert l'oculomotricité dans la stratégie de pointage visuomanuel des sujets présentant une ataxie optique, (d'ailleurs ces sujets sont généralement très peu gênés dans la vie courante).

Nous envisagerons dans quelle mesure le système oculomoteur peut moduler le système moteur gouvernant le pointage manuel, puis, nous discuterons la nature de l'information dérivée du système oculomoteur, permettant le calibrage du mouvement de la main.

Lorsqu'on demande à un sujet présentant une paralysie oculomotrice récente de pointer avec la main sur une cible périphérique en condition de B0, la précision du pointage est parfaite si le sujet effectue le mouvement en vision périphérique, mais ce pointage est très hypermétrique si le sujet essaye de fovéaliser la cible avec son oeil paralysé (l'autre étant occlus). Cette hypermétrie démontre qu'un signal oculomoteur est susceptible de retentir sur le pointage manuel (Perenin et coll., 1977).

En situation normale de pointage d'une cible visuelle, le mouvement de la main se double d'un mouvement de saccade oculaire permettant la saisie fovéale de la cible. La saccade précède toujours le mouvement du membre de telle manière que l'oeil est déjà sur la cible avant que la

main n'ait bougé (Jeannerod et Prablanc, 1978 ; Prablanc et coll., 1979a). L'amélioration de la précision de la main, chez le sujet normal, en condition de vision fovéale par rapport à la condition de vision périphérique a permis d'évoquer le rôle calibrant du positionnement de l'axe optique de l'oeil par rapport à la tête sur la précision du geste manuel. Sur le plan comportemental, tout se passe comme si la position de la fovéa dans l'espace représentait la cible que doit atteindre la main. Cependant, Jeannerod et Biguer (1980) ont montré que dans les conditions normales, on ne peut envisager un rôle calibrant de la saccade sur la précision manuelle, du moins au niveau du programme moteur initial de la main. En effet, si l'on enregistre simultanément l'EOG et l'EMG du biceps, on constate que les 2 événements sont synchrones. Le retard du départ de la main sur celui de l'oeil est simplement lié au temps de contraction isométrique du biceps.

Cette simultanéité des 2 commandes suppose que les paramètres visuels sur lesquels repose la spécification initiale du mouvement du membre (phase balistique) sont issus de la rétine périphérique et sont ainsi codés suivant un référentiel allocentrique. Le signal oculomoteur pourrait être pris en compte secondairement pour optimiser la trajectoire de la main.

Quant à la nature du signal de calibration, il ne s'agit pas tant de la fovéalisation elle-même que du mouvement oculaire qui est accompli pour la réaliser. Les sessions expérimentales en vision restreinte montrent clairement que la précision du pointage manuel chez nos patients bénéficie considérablement de la saccade oculaire bien que celle-ci ne permette pas une fovéalisation de la cible.

On retrouve ce phénomène chez les sujets commissurotomisés effectuant des tâches de pointage manuel de cibles visuelles, en combinaison ipsilatérale. Lorsque la tête est fixée, la liberté du regard améliore les performances de cette main, aussi bien chez l'homme (Gazzaniga, 1969b) que chez le singe (Gazzaniga, 1966-1969a), et ceci bien que la durée de présentation des cibles soit inférieure au temps de réaction oculomoteur. La fixation de la position estimée de cette cible fugitive précède toujours le geste de pointage et se maintient jusqu'à la réalisation de ce dernier.

Nous avons observé chez 2 de nos patients une augmentation du délai entre la latence de départ de l'oeil et de la main, pour les cibles situées dans le champ opposé à la lésion.

Elle pourrait éventuellement permettre, notamment chez Pon., au programme initial de transport de la main de prendre en compte le signal oculomoteur.

La fovéalisation, précédant nettement le pointage manuel, ainsi que le ralentissement du membre controlatéral à la lésion en condition BF, semblent concourir à privilégier, chez ces malades, les canaux visuomoteurs de type "focal", pour guider le membre dans le champ opposé à la lésion.

Si la lésion pariétale paraît essentiellement affecter les canaux de type "spatial", tels que nous les avons définis dans le chapitre III, on ne peut cependant considérer que tous les canaux de type "focal" sont indemnes chez ces malades dans la mesure où une imprécision de la main peut se manifester même en vision fovéale. Ainsi, au test de préhension ou au test de la roue, la plupart de nos patients commet quelques erreurs dans le champ central, toujours corrigées, avec la main opposée à la lésion. En outre, la prédisposition manuelle et digitale lors de la saisie n'est pas adaptée.

Si l'on admet la dualité anatomo-fonctionnelle lobe frontal/orientation égocentrique et lobe pariétal/orientation allocentrique, il faut supposer que dans ces observations existe, conjointement à la lésion pariétale, une lésion frontale (Hécaen, 1972). Ceci n'est, en fait, pas toujours vérifié. Cependant, dans la mesure où les lésions pariétales postérieures observées en clinique se développent en partie dans la substance blanche, on peut concevoir qu'elles déterminent une souffrance des voies occipito-frontales (réalisant en quelque sorte un modèle clinique de la leucotomie pariétale postérieure des singes de Haaxma et Kuypers, 1975). Cette souffrance peut être transitoire : lorsque l'ataxie optique est d'évolution régressive la récupération fonctionnelle est marquée dans un premier temps par la disparition des erreurs de préhension en vision fovéale, comme chez notre patient Red., et chez le malade de Garcin et coll. (1967).

Ceci suggère une remarque terminale. L'ataxie optique expérimentale chez le singe se différencie notamment de celle de l'homme par le fait qu'elle concerne la main opposée à la lésion pour le premier et le champ visuel opposé pour le second. On peut se demander si cette différence n'est pas simplement liée au fait que dans tous les protocoles utilisés l'animal conserve la possibilité de regarder ce qu'il va saisir. L'ataxie optique ne serait ainsi obtenue chez lui, qu'avec la main controlatérale, et pendant la seule durée de l'imprécision en vision fovéale.

2.2.2. - Rôle de la vision du membre

2.2.2.a. - La détérioration des performances en "boucle ouverte" est à priori surprenante dans le cadre d'une ataxie optique où l'on considère précisément qu'une erreur de pointage se manifeste lorsque le sujet voit son membre et que la précision est améliorée par le "regard aveugle".

La précision manuelle n'est d'ailleurs pas améliorée chez nos patients par la fermeture des yeux pendant le geste de saisie d'un objet préalablement fovéalisé. Ce fait, qui s'observe plutôt dans les syndromes de Balint (Luria, 1959 ; Luria et coll., 1963) est l'expression de la gêne qu'apporte le contrôle visuel.

Les rares études comparatives des performances en conditions BF et BO, entreprises chez des sujets porteurs d'une ataxie optique isolée, vont dans le sens de nos résultats.

Mey (1977) constate effectivement que l'absence de la vision du membre détériore les performances de la MD, en vision périphérique, chez 2 sujets porteurs d'une lésion gauche. Par contre, cet auteur observe, chez un sujet porteur d'une lésion droite, que la BO détermine plus d'erreurs avec la MD mais moins, avec la MG. Ce dernier fait n'est pas retrouvé par Levine et coll. (1978) chez un malade également porteur d'une lésion droite ; l'imprécision de la MG est nettement aggravée en BO (aussi bien en vision fovéale que périphérique). Le même phénomène est noté chez le malade de Brouchon (1979) qui présente une lésion bipariétale.

L'ensemble de ces données amène à s'interroger sur la nature de cette imprécision qui augmente (ou apparaît) en l'absence de vision du membre. L'analyse des performances de nos patients a déjà montré qu'il existait d'une part un trouble du contrôle visuo-moteur concernant le champ périphérique opposé à la lésion, d'autre part un trouble probable du contrôle acoustico-moteur.

L'imprécision considérable en B0, qui se manifeste exclusivement pour le membre opposé à la lésion évoque en premier lieu un trouble de la sensibilité profonde. En fait, les troubles proprioceptifs élémentaires que l'on observe chez un seul patient sont minimes, et concernent uniquement la sensibilité articulaire digitale. Il est peu probable qu'ils suffisent à rendre compte de cette imprécision d'autant que le mouvement de pointage concerne les articulations proximales. Deux explications peuvent être proposées. On peut tirer argument de la comparaison entre la précision parfaite du mouvement de pointage en B0 sur une cible proprioceptive (le pouce de la main ipsilatérale à la lésion) et l'imprécision du même mouvement sur une cible visuelle, pour considérer que le trouble siège au niveau de la correspondance des "cartes" visuelles et proprioceptives. L'autre éventualité est celle d'un trouble du guidage proprioceptif du mouvement, c'est à dire d'un trouble de niveau proprioceptivo-moteur. De façon caricaturale, la première hypothèse supposerait un modèle d'organisation dans les aires pariétales dans lequel les relations entre les modalités sensorielles sont prédominantes et la "carte motrice" identique pour toutes. Dans la seconde, chaque modalité sensorielle est relativement indépendante des autres et liée spécifiquement à une "carte motrice". Sans avoir d'argument décisif pour trancher, la seconde hypothèse nous semble mieux convenir pour expliquer les faits expérimentaux présentés, notamment les différences du niveau de performance selon la modalité sensorielle envisagée.

2.2.2.b. - Rôle de la proprioception dans le contrôle du mouvement.

Les informations proprioceptives musculaires et articulaires peuvent intervenir à 2 niveaux (Paillard et Beaubaton, 1978) :

- comme information kinesthésique permettant le contrôle du geste en cours.

- Comme information stathestésique définissant les positions initiale et finale de la tête et des membres dans le référentiel postural, permettant le calcul de la trajectoire.

Les informations proprioceptives ne sont pas indispensables à l'exécution d'un mouvement. Ainsi, les singes travaillant avec un membre déafférenté conservent une certaine précision de leurs gestes en "boucle ouverte" (Bossom, 1974 ; Taub et coll., 1975 ; Polit et Bizzi, 1979). De même, les sujets présentant une main déafférentée sont capables de réaliser des mouvements spatialisés de leurs doigts (Volpe et coll., 1979). L'indépendance relative vis à vis des réafférences kinesthésiques serait en faveur d'un contrôle central du mouvement ; soit sélection d'un programme initial sur la base de la définition d'une position d'équilibre à atteindre entre muscles agonistes et muscles antagonistes (Polit et Bizzi, 1979), soit "retro contrôle interne" par afférentation des voies sensitives avec le signal efférent de commande motrice (principe de la décharge corollaire).

Le rôle des informations proprioceptives dans la détermination de la position initiale (et finale) du membre paraît plus important. De la définition des conditions initiales dépend la précision du calibrage du mouvement. Paillard et Brouchon (1974) ont montré qu'un signal proprioceptif lié à un mouvement actif de la part du sujet joue un rôle calibrant de la position finale de la main.

Chez nos patients, ces informations proprioceptives sont à priori intactes. On peut suggérer, chez les 2 patients qui présentent un "déplacement" des pointers du côté ipsilatéral à la lésion, que l'imprécision peut être liée en partie à l'impossibilité de référer la position initiale et finale de la main dans le cadre du système des coordonnées égocentriques du sujet.

2.2.2.c. - La vision fovéale de la position initiale de la main (BOX) permet de compenser partiellement l'imprécision du mouvement effectué en B0. La différence des performances entre les 2 conditions BOX et B0, déjà notée chez les sujets normaux (Conti et Beaubaton, 1976 ; Prablanc et coll., 1979b) est ici beaucoup plus franche.

Dans l'optique de la 1ère hypothèse exposée précédemment, l'amélioration de la précision en BOX serait liée à une recalibration proprioceptive de la main, permettant une meilleure spécification de son programme de transport, ainsi que l'ont suggéré Prablanc et coll. (1979b) chez les sujets normaux. La 2ème hypothèse semblerait plus simple. Les afférences proprioceptives et visuelles seraient traitées, au niveau central, par des canaux indépendants (Posner, 1967). Lorsque le sujet normal ne dispose que des afférences proprioceptives (en B0), il mettrait en fonction ses canaux proprioceptivo-moteurs. S'il dispose des 2 types d'afférences sensorielles (BOX par exemple), il "opterait" pour les afférences visuelles, qui permettent une spécification plus précise du programme moteur (Klein et Posner, 1974). En cas d'ataxie optique, l'amélioration considérable apportée par la vision fovéale du départ de la main, pourrait suggérer que les canaux visuomoteurs, surtout de type "focal" sont nettement plus performants que les canaux proprioceptivo-moteurs.

CHAPITRE IX - SYNTHESE TERMINALE

L'analyse des données recueillies chez nos patients a montré que l'"ataxie optique" représente (chez eux du moins) une entité moins restrictive que son nom le laisserait supposer. La présence d'un trouble du guidage du membre à partir des afférences visuelles, proprioceptives, acoustiques pourrait suggérer en fait le terme d'"ataxie sensori-motrice".

Si l'on excepte le guidage acoustique qui n'a pas bénéficié d'études psychophysiques, on peut considérer schématiquement que le trouble clinique se résume sur le plan analytique en une atteinte des canaux proprioceptivo-moteurs (affectant exclusivement le membre opposé à la lésion) et une atteinte des canaux visuomoteurs de type "spatial" (affectant le champ opposé à la lésion). Comparativement, les canaux visuo-moteurs de type "focal" semblent relativement épargnés.

L'hypothèse de la disconnexion visuomotrice, reprise récemment par Rondot et coll. (1977), qui supposerait une incoordination liée à la seule modalité visuelle, ne nous semble pas pouvoir rendre compte de l'ensemble des faits observés.

Il est peu vraisemblable que ces données soient en relation directe avec une disconnexion calleuse, qui a pu se manifester chez 2 de nos patients. Ainsi, Red. a présenté initialement une anomie de la MG et une apraxie idéomotrice de la MG. Cette séméiologie est évocatrice d'une lésion calleuse (Schott et coll., 1969) d'autant que le test dichotique montre une extinction de l'oreille droite, et le scanner un ramollissement de la partie antérieure du corps calleux. Chez Pon., la tumeur est profonde et en situation juxtacalleuse à la vérification anatomique. Cependant, aucun de nos patients ne présente de difficulté pour réaliser des mouvements croisant la ligne médiane (Gazzaniga et coll., 1965 ; Lechevallier et coll., 1977).

Ces données sont compatibles avec les conceptions actuelles attribuant aux aires pariétales postérieures une fonction de commande motrice pour les opérations dirigées dans l'espace extrapersonnel immédiat (Mountcastle, 1976). Le comportement spatialisé reposerait sur l'existence au niveau de ces aires de "cartes spatiales" de relation entre le corps et les objets, organisées selon chacune des modalités sensorielles présentes, visuelles acoustiques, proprioceptives (chapitre IV). Chacun de ces "modèles internes" serait associé à une carte de commande motrice suivant une correspondance univoque. Compte tenu de la densité différente des afférences de chaque modalité suivant l'aire pariétale considérée, on pourrait envisager une aire 5 concernée par le guidage proprioceptif du mouvement (fournissant les paramètres du mouvement dans le cadre du référentiel postural), et une aire 7 plutôt en rapport avec le guidage visuel (Denny-Brown et coll., 1975 ; Humphrey, 1979).

Une lésion pariétale postérieure serait à même de provoquer une désorganisation "supramodalitaire" des canaux sensorimoteurs, réalisant l'ataxie optique de nos sujets, selon une modalité multisensorielle, proche en ce sens de l'"inattention trimodale" chez le singe (Heilman et coll., 1970).

Ce schéma, applicable chez tous nos patients doit en fait être modulé par la spécialisation hémisphérique qui imprime certains caractères en rapport avec le côté lésé. Ainsi, les lésions gauches se caractérisent par une prédominance relative du facteur "main" : les erreurs de pointage en BF, se manifestent plus volontiers dans les 2 champs ; le mouvement de la main est lent ; le contrôle des mouvements fins indépendants des doigts est souvent perturbé, du fait de troubles préapraxiques surajoutés. Ces faits sont l'expression de la dominance hémisphérique gauche pour les activités gestuelles élaborées ou non (chapitre VIII). En cas

de lésion droite, le trouble concerne exclusivement le champ visuel opposé. Cette prédominance du facteur champ s'accorde avec la dominance de cet hémisphère pour les activités visuo-spatiales (Mc Fie et coll., 1950 ; Hecaen et coll., 1951 ; Bogen et Gazzaniga, 1965).

Comme nous l'écrivions en introduction, l'ataxie optique n'est pas qu'un symptôme clinique anecdotique. Nous espérons avoir démontré qu'on peut la considérer comme un modèle d'approche de la coordination sensorimotrice. Cette étude, préliminaire en ce domaine, est originale quant à sa démarche. Elle nécessite des développements ultérieurs concernant notamment les performances de pointage par les canaux acoustico-moteurs, et elle demande confirmation avec l'étude d'autres patients.

C O N C L U S I O N S

-:-:-:-:-

Une étude qualitative et quantitative de la précision des gestes sous contrôle visuel a été réalisée chez sept sujets présentant une ataxie optique isolée. Celle-ci relève dans tous les cas d'une lésion pariétale postérieure unilatérale, gauche (5 cas) ou droite (2 cas), précisée 6 fois par la scanographie et une fois par la scintigraphie. Si l'ataxie optique est isolée dans la mesure où elle survient sans les troubles oculomoteurs ou perceptifs caractérisant le syndrome de Balint, elle s'associe cependant à des symptômes en rapport avec l'atteinte pariétale : apraxie idéomotrice ou syndrome de Gerstmann en cas de lésion gauche, syndrome visuo constructif ou trouble du schéma corporel en cas de lésion droite.

Les gestes de préhension, analysés à partir d'enregistrements magnétoscopiques, ne sont imprécis qu'en vision périphérique, essentiellement dans le champ et pour la main controlatérale à la lésion. Le trouble concerne à la fois la composante proximale et la composante distale du mouvement. Au premier répond l'imprécision spatiale du geste, au second, l'absence de prédisposition manuelle à la saisie. Une différence se manifeste cependant selon la latéralisation lésionnelle. En cas de lésion droite, le trouble est limité à l'hémichamp gauche et affecte les 2 mains. En cas de lésion gauche d'une part, l'imprécision concerne avant tout le membre supérieur droit (dans les 2 hémichamps), d'autre part, le déficit de la composante distale présente des particularités relevant de manifestations apraxiques associées.

Ces différences semblent refléter la spécialisation hémisphérique dans la mesure où l'hémisphère droit est dominant pour les activités "visuo-spatiales" et l'hémisphère gauche pour les manifestations "praxiques".

La capacité de localisation manuelle de sources sonores paraît également altérée.

Trois patients ont en outre été soumis à un test psychophysique de pointage manuel sur des cibles lumineuses, piloté par un ordinateur. On peut déduire des différentes conditions expérimentales que 2 facteurs sont conjointement nécessaires pour assurer une bonne précision du pointage : le signal de fovéalisation de la cible, et la vision de la main qui effectue le mouvement. Ainsi, l'absence de vision de la main controlatérale à la lésion détériore nettement les performances par rapport à la situation "naturelle" où le sujet voit son membre.

Avec l'ensemble de ces résultats, l'ataxie optique ne semble pas correspondre à une simple "incoordination visuo-manuelle" mais à une désorganisation plus globale du contrôle sensorimoteur du mouvement (visuel, proprioceptif et acoustique).

Cette vue s'accorde avec le rôle que l'on attribue actuellement au cortex pariétal postérieur (aires 5 et 7) dans l'élaboration des mouvements spatialisés sur la base des informations sensorielles multimodales qui convergent à son niveau.

Professeur M. DEVIC 

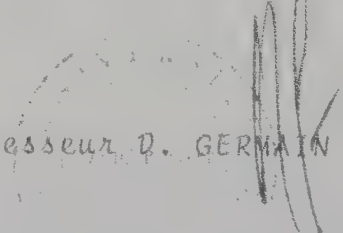
Le Président de la Thèse

Vu, le Doyen de la Faculté de
Médecine Alexis Carrel,

Vu, et Permis d'Imprimer
LYON, le 22 MAI 1980

Le Président de l'Université
Président du Comité de
Coordination des Etudes Médicales


Professeur R. MORNEX


Professeur D. GERMAIN

BIBLIOGRAPHIE

- ALTMAN, J.A., BALONOV, L.J. and DEGLIN, V.L. : Effects of unilateral disorder of the brain hemisphere function in man on directional hearing. *Neuropsychologia*, 1979, 17 : 295-301.
- ANDERSON, K.V. and SYMMES, D. : The superior colliculus and higher visual functions in the monkey. *Brain Res.*, 1969, 13 : 37-52.
- BADAL, J. : Contribution à l'étude des cécités psychiques : alexie, agraphie, hémianopsie inférieure trouble du sens de l'espace. *Arch. Ophtalm. Paris*, 1888, 8 : 97-117.
- BALEYDIER, C. and MAUGUIERE, F. : Pulvinar-latero posterior afferents to cortical area 7 in monkeys demonstrated by Horseradish Peroxidase Tracing technique. *Exp. Brain Res.*, 1977, 27 : 501.
- BALEYDIER, C. and MAUGUIERE, F. : The duality of the cingulate gyrus in monkey : Neuroanatomical study and functional hypothesis. *Brain*, 1980, In Press.
- BALINT, R. : Seelenlähmung des "Schavens", optische Ataxie, räumliche Störung der Aufmerksamkeit. *Monatsschr. Psych. Neurol.*, 1909, 25 : 57-71.
- BATES, J.A.V. and ETTLINGER, G. : Posterior biparietal ablations in the monkey. *Arch. Neurol.*, 1960, 3 : 177-192.
- BATTERSBY, W.S., BENDER, M.B., POLLACK, M. and KAHN, R.L. : Unilateral "spatial agnosia" ("inattention") in patients with cerebral lesions. *Brain*, 1956, 79 : 68-93.
- BAY, E. : Disturbances of visual perception and their examination. *Brain*, 1953, 76 : 515-550.
- BEAUVOIS, M.F. et LHERMITTE, F. : Déficits mnésiques et lésions corticales restreintes. *Rev. Neurol.*, 1975, 131 : 3-22.
- BEAUBATON, D. et CHAPUIS, N. : Rôle des informations tactiles dans la précision du pointage chez le singe "split-brain". *Neuropsychologia*, 1974, 12 : 151-155.

.../...

- BENEVENTO, L.A. and FALLON, J.M. : The ascending projections of the superior colliculus in the rhesus monkey (*Macaca Mulatta*). *J. Comp. Neurol.*, 1975, 160 : 339-362.
- BENTON, A.L., HANNAY, H.J. and VARNEY, N.R. : Visual perception of line direction in patients with unilateral brain disease. *Neurology*, 1975, 25 : 907-910.
- BENTON, A.L. and HECAEN, H. : Stereoscopic vision in patients with unilateral cerebral disease. *Neurology*, 1970, 20 : 1084-1088.
- BENTON, A.L., VARNEY, N.R. and HAMSHER, K.S. : Visuospatial judgment. *Arch. Neurol.*, 1978, 35 : 364-367.
- BERLUCCHI, G., HERON, W., HYMAN, R., RIZZOLATTI, G. and UMILTA, C. : Simple reaction times of ipsilateral and contralateral hand to lateralized visual stimuli. *Brain*, 1971, 94 : 419-430.
- BOGEN, J.E. and GAZZANIGA, M.S. : Cerebral commissurotomy in man. Minor hemisphere dominance for certain visuo spatial functions. *J. Neurosurg.*, 1965, 23 : 394-399.
- BOLLER, F., COLE, M., KIM, Y., MACK, J.L. and PATAWARAN, C. : optic ataxia : clinical radiological correlations with the Emiscan. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 1975, 38 : 954-958.
- BONIN, G. von, and BAILEY, P. : The neocortex of *Macaca Mulatta*. 1-100. Urbana, Ill. Univ. Illinois Press., 1947.
- BOSSOM, J. : Movement without proprioception. *Brain Res.*, 1974, 71 : 285-296.
- BRAIN, R. : Visual discrimination with special reference to lesions of the right cerebral hemisphere. *Brain*, 1941, 64 : 244-272.
- BRINKMAN, J. and KUYPERS, H. : Cerebral control of contralateral and ipsilateral arm in hand and finger movements in the split-brain rhesus monkey. *Brain*, 1973, 96 : 653-674.
- BRODY, B.A. and PRIBRAM, K.H. : The role of frontal and parietal cortex in cognitive processing. *Brain*, 1978, 101 : 607-633.

- BRODMANN, K. : Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde. Leipzig, 1909.
- BROUCHON, M. : Communication orale à la Société de Neuropsychologie de langue française. Dijon, juin 1979.
- BROWN, J.W. : Thalamic mechanisms in language. Handbook of behavioural Neurobiology. II. Neuropsychology, Gazzaniga, M.S. Ed., 1979.
- BRUSA, A. et MORETTI, G. : Observation clinique sur un cas de troubles visuospatiaux. L'encéphale, 1962, 51 : 409-419.
- BUTTER, C.M., WEINSTEIN, C., BENDER, D.B. and GROSS, C.G. : Localization and detection of visual stimuli following superior colliculus lesions in rhesus monkey. Brain Res., 1978, 156 : 33-49.
- BUTTERS, N., SOELDNER, C. and FEDIO, P. : Comparison of parietal and frontal lobe spatial deficits in man : extrapersonal versus personal (egocentric) space. Percept. and Motor skills, 1972, 34 : 27-34.
- CAAN, A.W. and STEIN, J.F. : The effect of cooling the motor cortex of a rhesus monkey upon visually controlled movement and associated motor potentials. J. Physiol. (London), 1976, 263 : 142-144.
- CARMON, A. and BECHTOLDT, H.P. : Dominance of the right cerebral hemisphere for stereopsis. Neuropsychologia, 1969, 7 : 29-39.
- CASTAIGNE, P., LAPLANE, D. et DEGOS, J.D. : Trois cas de négligence motrice par lésion rétro-rolandique. Rev. Neurol., 1970, 122 : 233-242.
- CASTAIGNE, P., LAPLANE, D. et DEGOS, J.D. : Trois cas de négligence motrice par lésion frontale prérolandique. Rev. Neurol., 1972, 126 : 5-15.
- CASTAIGNE, P., PERTUISET, B., RONDOT, P. et DE RECONDO, J. : Ataxie optique dans les 2 hémichamps visuels homonymes gauches après exérèse chirurgicale d'un anévrisme artériel de la paroi du ventricule latéral. Rev. Neurol., 1971, 124 : 261-268.
- CASTAIGNE, P., RONDOT, P., RIBADEAU-DUMAS, J.L. et TEMPIER, P. : Ataxie optique localisée au côté gauche dans les 2 hémichamps visuels homonymes gauches. Rev. Neurol., 1975, 131 : 23-28.

- CHAIN, F., LEBLANC, M., CHEDRU, F. et LHERMITTE, F. : Négligence visuelle dans les lésions postérieures de l'hémisphère gauche. *Rev. Neurol.*, 1979, 135 : 105-126.
- COGAN, D.G. : Ophthalmic manifestations of bilateral non occipital cerebral lesions. *Brit. J. Opht.*, 1965, 49 : 281-297.
- CONTI, P. et BEAUBATON, D. : Utilisation des informations visuelles dans le contrôle du mouvement : étude de la précision des pointages chez l'homme. *Le Travail Humain*, 1976, 39 : 19-32.
- COWEY, A. and PERRY, V.H. : The projection of the fovea to the superior colliculus in rhesus monkey. *Neurosci.*, 1980, 5 : 53-61.
- CRITCHLEY, M.D. : The parietal lobes. Ed. Edward Arnold, London, 1953.
- CROUIGNEAU, G. : Etude clinique et expérimentale de la vision mentale. Devillaire, Ed., Paris, 1884.
- DAMASIO, A.R. and BENTON, A.L. : Impairment of hand movements under visual guidance. *Neurology*, 1979, 29 : 170-174.
- DANTA, G., HILTON, R.C. and O'BOYLE, D.J. : Hemisphere function and binocular depth perception. *Brain*, 1978, 101 : 569-589.
- DARIAN-SMITH, I., JOHNSON, K.O. and GOODWIN, A.W. : Posterior parietal cortex : relations of unit activity to sensorimotor function. *Ann. Rev. Physiol.*, 1979, 41 : 141-157.
- DENNY-BROWN, D. : The nature of apraxia. *J. Nerv. Ment. Dis.*, 1958, 126 : 9-32.
- DENNY-BROWN, D. and CHAMBERS, R.A. : The parietal lobe and behavior. *Res. Publ. Assoc. Res. Nerv. Ment. Dis.*, 1958, 36 : 35-117.
- DENNY-BROWN, D., YANAGISAWA, N. and KIRK, E.J. : The localization of hemispheric mechanisms of visually directed reaching and grasping. pp. 62-74. In: *Cerebral localizations*. Ed. K.J. Zülch, O. Creutzfeldt, G.C. Galbraith, Berlin, 1975.

.../...

- DENNY-BROWN, D. and FISCHER, E.G. : Physiological aspects of visual perception. II. The subcortical visual direction of behavior. Arch. Neurol., 1976, 33 : 228-242.
- DEUEL, R.K. : Loss of motor habits after cortical lesions. Neuropsychologia, 1977, 15 : 205-215.
- DEUEL, R.K. and DUNLOP, N.L. : Role of frontal polysensory cortex in guidance of limb movements. Brain Res., 1979, 169 : 183-188.
- DIMOND, S.J. : Functions of the centre section of the corpus callosum in man. Brain, 1977, 100 : 543-562.
- ECHALLIER, J.F., PERNIER, J. et PRABLANC, C. : Système de pilotage de stimulations et de recueil de paramètres relatifs à des réponses motrices. Int. J. Bio Med. Comput., 1978, 9 : 341-351.
- ETTLINGER, G. and KALSBECK, J.E. : Changes in tactile discrimination and in visual reaching after successive and simultaneous bilateral posterior parietal ablations in the monkey. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1962, 25 : 256-268.
- ETTLINGER, G. and WEGENER, J. : Somaesthetic alternation, discrimination and orientation after frontal and parietal lesions in the monkeys. Quart. J. Exp. Psychol., 1958, 10 : 177-186.
- EYSSETTE, M. : Le syndrome pariéto-occipital bilatéral. A propos du syndrome de Balint et des syndromes voisins. Thèse, Lyon, Tixier 1969.
- FAGLIONI, P. : Specializzazione anatomo-funzionale della corteccia e organizzazione del gesto. Contributo della sperimentazione animale allo studio dell' aprassia. Cortex, 1979, 3 : 1-32.
- FAUGIER-GRIMAUD, S., FRENOIS, C. and STEIN, D.G. : Effects of posterior parietal lesions on visually guided behavior in monkeys. Neuropsychologia, 1978, 16 : 151-168.
- FEINBERG, T.E., PASIK, T. and PASIK, P. : Extrageniculo-striate vision in the monkey. VI. Visually guided accurate reaching behaviour. Brain Res., 1978, 152 : 422-428.
- FLECHSIG, P. : Gehirn und Seele. Leipzig, Verlag von Veit, 1896.

- FONTENOT, D.J. and BENTON, A.L. : Perception of direction in the right and left visual fields. *Neuropsychologia*, 1972, 10 : 447-452.
- GARCIN, R., RONDOT, P. et DE RECONDO, J. : Ataxie optique localisée aux 2 hémichamps homonymes gauches. *Rev. Neurol.*, 1967, 116 : 707-714.
- GAZZANIGA, M.S. : Visuomotor integration in split-brain monkeys with other cerebral lesions. *Exp. Neurol.*, 1966, 16 : 289-298.
- GAZZANIGA, M.S. : Cross-cuing mechanisms and ipsilateral eye-hand control in split-brain monkeys. *Exp. Neurol.*, 1969a, 23 : 11-17.
- GAZZANIGA, M.S. : Eye position and visual motor coordination. *Neuropsychologia*, 1969b, 7 : 379-382.
- GAZZANIGA, M.J., BOGEN, J.E. and SPERRY, R.W. : Observations on visual perception after disconnexion of the cerebral hemisphere in man. *Brain*, 1965, 88 : 221-236.
- GAZZANIGA, M.S., BOGEN, J.E. and SPERRY, R.W. : Dyspraxia following division of the cerebral commissures. *Arch. Neurol.*, 1967, 16 : 606-612.
- GESCHWIND, N. : Disconnexion syndromes in animals in man. *Brain*, 1965, 88 : 585-644.
- GESCHWIND, N. : The apraxias, 91-102. In : *Phenomenology of will and action*. E.W. Strauss, F.M. Griffith, Eds., Duquesne University Press, Pittsburgh, 1967.
- GODWIN-AUSTEN, R.B. : A case of visual disorientation. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 1965, 28 : 453-458.
- GRAYBIEL, A.M. : Studies on the anatomical organization of posterior association cortex. In : *The Neurosciences, Third Study Program*, F.O. Schmidt, F.G. Worden, Eds., pp. 205-214, Cambridge, M.I.T. Press, 1974.
- GUYOTAT, J., BONNET, J.L. et LAMBERT, R. : Paralysie psychique du regard au cours d'une encéphalopathie chez une éthylique. *Rev. Otoneuro Opht.*, 1955, 27 : 452-461.
- HAAXMA, R. and KUYPERS, H.G.J.M. : Role of occipito frontal cortico-cortical connections in visual guidance of relatively independant hand and finger movements in rhesus monkeys. *Brain Res.*, 1974, 71 : 361-366.

- HAAXMA, R., and KUYPERS, H.G.J.M. : Intrahemispheric cortical connexions and visual guidance of hand and finger movements in the rhesus monkey. *Brain*, 1975, 68 : 239-260.
- HANNAY, H.J., VARNEY, N.R. and BENTON, A.L. : Visual localization in patients with unilateral brain disease. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 1976, 39 : 307-313.
- HARTJE, W. and ETTLINGER, G. : Reaching in light and dark after unilateral posterior parietal ablations in the monkey. *Cortex*, 1973, 9 : 346-354.
- HECAEN, H. : Introduction à la Neuropsychologie. Larousse, Paris, 1972.
- HECAEN, H. : Les apraxie idéomotrices. Essai de dissociation. In : Du contrôle moteur à l'organisation du geste. H. Hécaen et M. Jeannerod, Eds., Masson, Paris, 1978.
- HECAEN, H. and DE AJURIAGUERRA, J. : Balint's syndrome (psychic paralysis of visual fixation) and its minor forms. *Brain*, 1954, 77 : 373-400.
- HECAEN, H. and ASSAL, G. : A comparison of constructive deficits following right and left hemispheric lesions. *Neuropsychologia*, 1970, 8 : 289-304.
- HECAEN, H. et GIMENO-ALAVA, A. : L'apraxie idéomotrice unilatérale gauche. *Rev. Neurol.*, 1960, 102 : 648-653.
- HECAEN, H., De AJURIAGUERRA, J. et MASSONNET, : Les troubles visuoconstructifs par lésion pariétooccipitale droite. Rôle des perturbations vestibulaires. *L'Encéphale*, 1951, 1 : 122-179.
- HECAEN, H., De AJURIAGUERRA, J., ROUQUES, L., DAVID, M. et DELL, M.B. : Paralysie psychique du regard de Balint au cours de l'évolution d'une leucoencéphalite de type Baló. *Rev. Neurol.*, 1950, 89 : 82-104.
- HEILMAN, K.M. : The neuropsychological basis of skilled movement in man. pp. 447-460. In : *Handbook of behavioral neurobiology*, II. Neuropsychology, M.S. Gazzagiga, Ed., 1979.

HEILMAN, K.M., PANDYA, D.N. and GESCHWIND, N. : Trimodal inattention following parietal lobe ablations. Trans. Amer. Neurol. Ass., 1970, 95 : 259-261.

HEILMAN, K.M., SCHWARTZ, M.D. and GESCHWIND, N. : Defective motor learning in ideomotor apraxia. Neurology, 1975, 25 : 1018-1020.

HEILMAN, K.M. and VALENSTEIN, E. : Mechanisms underlying hemispatial neglect. Ann. Neurol., 1979, 5 : 166-170.

HEILMAN, K.M. and WATSON, T. : Mechanisms underlying the unilateral neglect syndrome. pp. 93-106. In : Advances in neurology, E.A. Weinstein, R.P., Friedland, Eds., Raven Press, New York, 1977.

HEIN, A. and HELD, R. : Dissociation of the visual placing response into elicited and guided components. Science, 1967, 158 : 390-392.

HEYWOOD, S. and RATCLIFF, G. : Long-term oculomotor consequences of unilateral colliculectomy in man. pp. 561-564. In : Basic mechanisms of ocular motility and their clinical implications. G. Lennerstrand, P. Bach y Rita, Eds., Oxford, Pergamon Press, 1975.

HOLMES, G. : Disturbances of visual orientation. Brit. J. Ophtalm., 1918, 2 : 449-468 ; 506-516.

HUMPHREY, D.R. : On the cortical control of visually directed reaching : contributions by non precentral motor areas. pp. 51-112. In : Posture and movement, R.E. Talbott, D.R. Humphrey, Eds., Raven Press, New York, 1979.

HUMPHREY, N.K. : Vision in a monkey without striate cortex : a case study. Perception, 1974, 3 : 241-255.

.../...

- HUMPHREY, N.K. and WEISKRANTZ, L. : Vision in monkeys after removal of the striate cortex. *Nature*, 1967, 215 : 595-597.
- HYVARINEN, J. : Regional distribution of functions in parietal area 7. *Neurosc. Letters*, 1979, suppl. N° 3 : S 354.
- HYVARINEN, J. and PORANEN, A. : Function of the parietal associative area 7 as revealed from cellular discharges in alert monkeys. *Brain*, 1974, 97 : 673-692.
- HYVARINEN, J. and SHELEPIN, Y. : Distribution of visual and somatic functions in the parietal associative area 7 of the monkey. *Brain Res.*, 1979, 169 : 561-564.
- INGLE, D. and SPRAGUE, J.M. : Sensorimotor function of the midbrain tectum. *Neurosc. Res. Prog. Bull.*, 1975, 13 : 169-288.
- JEANNEROD, M. : Déficit visuel persistant chez les aveugles nés opérés. Données cliniques et expérimentales. *Année Psychol.*, 1975, 75 : 169-196.
- JEANNEROD, M. and BIGUER, B. : Visuomotor mechanisms in reaching within extrapersonal space. In : *Advances in the analysis of behaviour*. D. Ingle, M. Goodale, R. Mansfield (Eds.), M.I.T. Press, Boston, 1980.
- JEANNEROD, M., KENNEDY, H. and MAGNIN, M. : Corollary discharge : its possible implications in visual and oculomotor interactions. *Neuropsychologia*, 1979, 17 : 241-258.
- JEANNEROD, M. et PRABLANC, C. : Organisation et plasticité de la coordination oeil-main. pp. 261-289. In : *"Du contrôle moteur à l'organisation du geste"*, H. Hecaen et M. Jeannerod, Eds., Masson, Paris, 1978.
- JEANNEROD, M. et VITAL-DURAND, F. : Les deux étapes du développement visuo-moteur. *Lyon Méd.*, 1976, 236 : 725-734.
- JONES, E.G. and POWELL, T.P.S. : Connexions of the somatic sensory cortex of the rhesus monkey. I. Ipsilateral cortical connexions. *Brain*, 1969a, 92 : 477-502.
- JONES, E.G. and POWELL, T.P.S. : Connexions of the somatic sensory cortex of the rhesus monkey. II. Contralateral cortical connexions. *Brain*, 1969b, 92 : 717-730.

- JONES, E.G. and POWELL, T.P.S. : An anatomic study of converging sensory pathways within the cerebral cortex of the monkey. *Brain*, 1970, 93 : 793-820.
- KARPOV, B.A., MEERSON, Y.A. and TONKONOGII, I.M. : On some peculiarities of the visuomotor system in visual agnosia. *Neuropsychologia*, 1979, 17 : 281-294.
- KASE, C.S., TRONCOSO, J.F., COURT, J.E., TAPIA, J.F. and MOHR, J.P. : Global spatial disorientation. *J. Neurol. Sci.*, 1977, 34 : 267-278.
- KEATING, E.G. : Loss of visual control of the forelimb after interruption of cortical pathway. *Exp. Neurol.*, 1973, 41 : 635-648.
- KEATING, E.G. : Impaired orientation after primate tectal lesions. *Brain Res.*, 1974, 67 : 538-541.
- KEATING, E.G. : Effects of tectal lesions in peripheral field vision in the monkey. *Brain Res.*, 1976, 104 : 316-320.
- KEATING, E.G. : Residual spatial vision in the monkey after removal of striate and preoccipital cortex. *Brain Res.*, 1980, 187 : 271-290.
- KEELE, S.W. : Movement control in skilled motor performance. *Psychol. Bull.*, 1968, 70 : 387-403.
- KIMURA, D. : Spatial localization in left and right visual fields. *Can. J. Psychol.*, 1969, 23 : 445-458.
- KIMURA, D. : Acquisition of a motor skill after left hemisphere damage. *Brain*, 1977, 100 : 527-542.
- KIMURA, D. and ARCHIBALD, Y. : Motor functions of the left hemisphere. *Brain*, 1974, 97 : 337-350.
- KLEIN, R.M. and POSNER, M.I. : Attention to visual and kinesthetic components of skills. *Brain Res.*, 1974, 71 : 401-411.
- KOPP, N., MICHEL, F., CARRIER, H., BIRON, A. et DUVILLARD, P. : Etude de certaines asymétries hémisphériques du cerveau humain. *J. Neurol. Sci.*, 1977, 34 : 349-363.
- KUBOTA, K., IWAMOTO, T. and SUZUKI, M. : Visuokinetic activities of primate prefrontal neurons during delayed-response performance. *J. Neurophysiol.*, 1974, 37 : 1197-1211.

- KUYPERS, H.G.J.M. : Etude sur les systèmes neuroniques gouvernant les mouvements chez le singe rhésus. In : "Du contrôle moteur à l'organisation du geste. H. Hécaen et M. Jeannerod (Eds). Paris, Masson, 1978, pp. 315-329.
- KUYPERS, H.G.J.M. and HAAXMA, R. : Occipito-frontal connections, a possible sensory motor link for visually guided hand and finger movements. pp. 76-78. In : Cerebral localizations, K.J. Zülch, O. Creutzfeldt, G.C. Galbraith, Eds., Springer Verlag, Berlin, 1975.
- LAMOTTE, R.H. and ACUNA, C. : Defects in accuracy of reaching after removal of posterior parietal cortex in monkeys. Brain Res., 1978, 139 : 309-326.
- LATTO, R. : The effects of bilateral frontal eye-field, posterior parietal or superior collicular lesions on brightness thresholds in the rhesus monkey. Neuropsychologia, 1977, 15 : 507-516.
- LATTO, R. and MARZI, C. : Neural mechanisms for localising visual stimuli in the rhesus monkey. Exp. Brain Res., 1975, 23 : S 120.
- LAWRENCE, D.G. and KUYPERS, H.G.J.M. : Functional organization of the motor system in the rhesus monkey. I. The effects of bilateral pyramidal lesions. Brain, 1968, 91 : 1-14.
- LECHEVALIER, B., ANDERSSON, J.C. and MORIN, P. : Hemispheric disconnexion syndrome with a "crossed avoiding" reaction in a case of Marchiafava-Bignami disease. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1977, 40 : 483-497.
- LEHMAN, R.A.W. : Motor coordination and hand preference after lesions of the visual pathway and corpus callosum. Brain, 1968, 91 : 525-538.
- LEINONEN, L., HYVARINEN, J., NYMAN, G. and LINNANKOSKI, I. :
I. Functional properties of neurons in lateral part of associative area 7 in awake monkeys. Exp. Brain Res., 1979, 34 : 299-320.
- LEMON, R.N. and KUYPERS, H.G.J.M. : Activity of primate motor cortical neurones during the performance of hand and finger movements. Neurosc. Letters, 1979, suppl. 3, S. 114.
- LEVINE, D.N., KAUFMAN, K.J. and MOHR, J.P. : Inaccurate reaching associated with a superior parietal lobe tumor. Neurology, 1978, 28 : 609-612.

- LIEPMANN, H. : Drei Aufsätze aus dem Apraxiegebiet, Karger, Berlin, 1908.
- LUND, J.S., DOWNER, J.L.C. and LUMLEY, J.S.P. : Visual control of limb movement following section of optic chiasm and corpus callosum in the monkey. *Cortex*, 1970, 3 : 323-346.
- LURIA, A.R. : Disorders of "simultaneous perception" in a case of bilateral occipito-parietal brain injury. *Brain*, 1959, 82 : 437-449.
- LURIA, A.R. : Frontal lobe syndromes. pp. 725-757. In : *Handbook of Clinical Neurology*. P.J. Vinken, G.W. Bruyn, Eds., Amsterdam, 1969.
- LURIA, A.R., PRAVDINA-VINARSKAYA, E.N. and YARBUSS, A.L. : Disorders of ocular movement in a case of simultanagnosia. *Brain*, 1963, 86 : 219-228.
- LYNCH, J.C., MOUNTCASTLE, V.B., TALBOT, W.H. and YIN, T.C.T. : Parietal lobe mechanisms for directed visual attention. *J. Neurophysiol.*, 1977, 40 : 362-389.
- MAC FIE, J., PIERCY, M.F. and ZANGWILL, O.L. : Visual spatial agnosia associated with lesions of the right cerebral hemisphere. *Brain*, 1950, 73 : 167-190.
- MAC KAY, W.A., KWAN, M.C., MURPHY, J.T. and WONG, Y.C. : Responses to active and passive wrist rotation in area 5 of awake monkey. *Neurosc. Letters*, 1978, 10 : 235-239.
- MAC KINNON, D.A., GROSS, C.G. and BENDER, D.B. : A visual deficit after superior colliculus lesions in monkey. *Acta Neurobiol. Exp.*, 1976, 36 : 168-180.
- MAUGUIERE, F., BALEYDIER, C. et GARDE, A. : Organisation anatomique et fonctionnelle des aires corticales "associatives" 7, 21 et 22 chez le singe. *Rev. Neurol.*, 1978, 134 : 93-102.
- MESSIMY, R., MASSIN, M. et FIKS-ROCHE, G. : Syndrome de Balint. Considération à propos d'un cas. *Bull. Soc. Opht.*, 1966, 46 : 504-517.

- MEY, P. : Ataxie optique. Etude neuropsychologique. Thèse, Paris, 1977.
- MICHEL, F., JEANNEROD, M. et DEVIC, M. : Trouble de l'orientation visuelle dans les trois dimensions de l'espace. *Cortex*, 1965, 441-466.
- MOFFET, A., ETTLINGER, G., MORTON, H.B. and PIERCY, M.F. :
Tactile discrimination performance in the monkey : the effect of ablation of various subdivisions of posterior parietal cortex. *Cortex*, 1967, 3 : 59-96.
- MOHLER, C.W. and WURTZ, R.H. : Role of striate cortex and superior colliculus in visual guidance of saccadic eye movements in monkeys. *J. Neurophysiol.*, 1977, 40 : 74-94.
- MOLL, L. and KUYPERS, H.G.J.M. : Role of premotor cortical areas and VL nucleus in visual guidance of relatively independant hand and finger movements in monkeys. *Exp. Brain Res.*, 1975, 23 : S 142.
- MOLL, L., and KUYPERS, H.G.J.M. : Premotor cortical ablations in monkeys : contralateral changes in visually guided reaching behavior. *Science*, 1977, 198 : 317-319.
- MOUNTCASTLE, V.B. : The world around us : neural command functions for selective attention. *Neurosci. Res. Prog. Bull.*, 1976, Suppl. 14, 1-47.
- MOUNTCASTLE, V.B., LYNCH, J.C., GEORGOPOULOS, A., SAKATA, H. and ACUNA, C. : Posterior parietal association cortex of the monkey : command functions for operations within extrapersonal space. *J. Neurophysiol.*, 1975, 38 : 871-908.
- MYERS, R.E., SPERRY, R.W. and MAC CURDY, N.M. : Neural mechanisms in visual guidance of limb movement. *Arch. Neurol.*, 1962, 7 : 195-202.
- OGREN, M.P. and HENDRICKSON, A.E. : The distribution of pulvinar terminals in visual areas 17 and 18 of the monkey. *Brain Res.*, 1977, 137 : 343-350.

- PAILLARD, J. et BEAUBATON, D. : Problèmes posés par le contrôle visuel de la motricité proximale et distale après disconnexion hémisphérique chez le singe. pp. 137-171. In : Les syndromes de disconnexion calleuse chez l'homme. F. Michel, B. Schott, Eds, Lyon, 1974.
- PAILLARD, J. et BEAUBATON, D. : De la coordination visuo-motrice à l'organisation de la saisie manuelle. pp. 225-260. In : Du contrôle moteur à l'organisation du geste. H. Hecaen et M. Jeannerod, Eds., Paris, Masson, 1978.
- PAILLARD, J. and BROUCHON, M. : A proprioceptive contribution to the spatial encoding of position cues for ballistic movements. Brain Res., 1974, 71 : 273-284.
- PANDYA, D.N. and KUYPERS, H.G.J.M. : Cortico-cortical connections in the rhesus monkey. Brain Res., 1969, 13 : 13-36.
- PASIK, T., PASIK, P. and BENDER, M.B. : The superior colliculus and eye movements. Arch. Neurol., 1966, 15 : 420-436.
- PATERSON, A. and ZANGWILL, O.L. : Disorders of visual space perception associated with lesions of the right cerebral hemisphere. Brain, 1944, 67 : 331-358.
- PEARSON, R.C.A., BRODAL, P. and POWELL, T.P.S. : The projection of the thalamus upon the parietal lobe in the monkey. Brain Res., 1978, 144 : 143-148.
- PERENIN, M.T. : Visual function within the hemianopic field following early cerebral hemidecortication in man. II. Pattern discrimination. Neuropsychologia, 1978, 16 : 697-708.
- PERENIN, M.T. : Comment rechercher une ataxie optique ? Lyon Med., 1979, 242 : 347.
- PERENIN, M.T. and JEANNEROD, M. : Residual vision in cortically blind hemifields. Neuropsychologia, 1975, 13 : 1-7.
- PERENIN, M.T. and JEANNEROD, M. : Visual function within the hemianopic field following early cerebral hemidecortication in man. I. Spatial localization. Neuropsychologia, 1978, 16 : 1-13.

- PERENIN, M.T. and JEANNEROD, M. : Subcortical vision in man.
Trends in Neurosciences, 1979, 204-207.
- PERENIN, M.T., JEANNEROD, M. and PRABLANC, C. : Spatial localization
with paralysed eye muscles. Ophthalm., 1977, 175 : 206-214.
- PERENIN, M.T., VIGHETTO, A., MAUGUIERE, F. et FISCHER, C. :
L'ataxie optique et son intérêt dans l'étude de la coordination
oeil-main. Lyon Med., 1979, 242 : 349-358.
- PETRIDES, M. and IVERSEN, S.D. : Restricted posterior parietal lesions
in the rhesus monkey and performance on visuo spatial tasks.
Brain Res., 1979, 161 : 63-77.
- PICK, A. : Beitrage zur Pathologie und pathologischen Anatomie
des Central nerven systems. Karger, Berlin, 1898, 185-207.
- PIGAREV, I.N., RIZZOLATTI, G. and SCANDOLARA, C. : Neurons
responding to visual stimuli in the frontal lobe of macaque
monkeys. Neurosc. Letters, 1979, 12 : 207-212.
- POHL, W. : Dissociation of spatial discrimination deficits following
frontal and parietal lesions in monkeys. J. Comp. Physiol. Psychol.,
1973, 82 : 227-239.
- POLIT, A. and BIZZI, E. : Characteristics of motor programs underlying
arm movements in monkeys. J. Neurophysiol., 1979, 42 : 183-194.
- PONCET, M., ALICHERIF, A., CHOUX, M., BOUDOURESQUES, J. et LHERMITTE, F. :
Etude neuropsychologique d'un syndrome de déconnexion calleuse
totale avec hémianopsie latérale homonyme droite. Rev. Neurol.,
1978, 134 : 633-654.
- POPPEL, E., HELD, R. and FROST, D. : Residual visual function after
brain wounds involving the central visual pathways in man. Nature,
Lond., 1973, 243 : 295-296.
- POSNER, M.I. : Characteristics of visual and kinesthetic memory codes.
J. Exp. Psychol., 1967, 75 : 103-107.
- PRABLANC, C., ECHALLIER, J.F., KOMILIS, E. and JEANNEROD, M. :
Optimal response of eye and hand motor systems in pointing
at a visual target. I. Spatio-temporal characteristics of eye
and hand movements and their relationships when varying the
amount of visual information. Biol. Cybernetics, 1979a, 35 : 113-
124.

- PRABLANC, C., ECHALLIER, J.F., JEANNEROD, M. and KOMILIS, E. : Optimal response of eye and hand motor systems in pointing at a visual target. II. Static and dynamic visual cues in the control of hand movement. *Biol. Cybernetics*, 1979b, 35 : 183-187.
- PRABLANC, C. and JEANNEROD, M. : Corrective saccades : dependence on retinal reafferent signals. *Vision Res.*, 1975, 15 : 465-469.
- PRABLANC, C., MASSE, D. and ECHALLIER, J.F. : Error-correcting mechanisms in large saccades. *Vision Res.*, 1978, 18 : 557-560.
- PTITO, M., DUMONT, M., CARDU, B. et LEPORE, F. : Etude neuro comportementale sur le singe colliculectomisé. *Cortex*, 1976, 12 : 88-99.
- RATCLIFF, G. and DAVIES JONES, G.A.B. : Defective visual localization in focal brain wounds. *Brain*, 1972, 95 : 49-60.
- RATCLIFF, G., RIDLEY, R.M. and ETTLINGER, G. : Spatial disorientation in the monkey. *Cortex*, 1977, 13 : 62-65.
- DE RENZI, E., FAGLIONI, P. and SCOTTI, G. : Judgment of spatial orientation in patients with focal brain damage. *J. Neurol. Neurosurg. Psych.*, 1971, 34 : 489-495.
- DE RENZI, E., MOTTI, F. and NICHELLI, P. : Imitating gestures. A quantitative approach to ideomotor apraxia. *Arch. Neurol.*, 1980, 37 : 6-10.
- DE RENZI, E., PIECZURO, A. and VIGNOLO, L.A. : Ideational apraxia : a quantitative study. *Neuropsychologia*, 1968, 6 : 41-52.
- RIDDOCH, G. : Dissociation of visual perceptions due to occipital injuries with especial reference to appreciation of movement. *Brain*, 1917, 40 : 15-57.
- RIDDOCH, G. : Visual disorientation in homonymous half-fields. *Brain*, 1935, 58 : 376-382.
- ROBINSON, D.L. and GOLDBERG, M.E. : Sensory and behavioral properties of neurons in posterior parietal cortex of the awake, trained monkey. *Federation Proc.*, 1978, 37 : 2258-2261.
- ROBINSON, D.L., GOLDBERG, M.E. and STANTON, G.B. : Parietal association cortex in the primate : sensory mechanisms and behavioral modulations. *J. Neurophysiol.*, 1978, 41 : 910-932.

- RODIECK, R.W. : Visual pathways. *Ann. Review Neurosc.*, 1979, 1 : 193-226.
- ROLAND, P.E., LARSEN, B., LASSEN, N.A. and SKINHOJ, E. : Supplementary motor area and other cortical areas in organization of voluntary movements in man. *J. Neurophysiol.*, 1980, 43 : 118-136.
- ROLAND, P.E., SKINHOJ, E., LASSEN, N.A. and LARSEN, B. : Different cortical areas in man in organization of voluntary movements in extrapersonal space. *J. Neurophysiol.*, 1980, 43 : 137-150.
- ROLLS, E.T., PERRETT, D., THORPE, S.J., PUERTO, A., ROPER-HALL, A. and MADDISON, S. : Responses of neurons in area 7 of the parietal cortex to objects of different significance. *Brain Res.*, 1979, 169 : 194-198.
- RONDOT, P. : Le geste et son contrôle visuel. *Ataxie visuo-motrice* pp. 330-342. In : *Du contrôle moteur à l'organisation du geste*, H. Hecaen et M. Jeannerod, Eds., Paris, Masson, 1978.
- RONDOT, P., DE RECONDO, J. and RIBADEAU-DUMAS, J.L. : Visuomotor ataxia. *Brain*, 1977, 100 : 355-376.
- SAKAI, M. : Prefrontal unit activity during visually guided lever pressing reaction in the monkey. *Brain Res.*, 1974, 81 : 297-309.
- SAKATA, H. : Somatic sensory responses of neurons in the parietal association area (area 5) of monkeys. pp. 251-261. In : *The somato sensory system*. H.H. Kornhuber ed., Stuttgart, 1975.
- SASANUMA, S. and KOBAYASHI, Y. : Tachistoscopic recognition of line orientation. *Neuropsychologia*, 1978, 16 : 239-242.
- SCHILLER, P.H. and KOERNER, F. : Discharge characteristics of single units in superior colliculus of the alert rhesus monkey. *J. Neurophysiol.*, 1971, 34 : 920-936.
- SCHILLER, P.H., TRUE, S.D. and CONWAY, J.L. : Effects of frontal eye field and superior colliculus ablations on eye movements. *Science*, 1979, 206 : 590-592.

.../...

- SCHNEIDER, G.E. : Two visual systems : brain mechanisms for localization and discrimination are dissociated by tectal and cortical lesions. *Science*, 1969, 163 : 895-902.
- SCHOTT, B., MICHEL, D. et EYSSETTE, M. : Troubles de la structuration spatiale et enregistrement du regard. pp. 165-175. In : *Troubles du regard et mouvements oculaires anormaux dans les atteintes du système nerveux central*. B. Schott, M. Jeannerod, M. Boucher, Eds., Paris, Doin, 1972.
- SCHOTT, B., MICHEL, F., MICHEL, D. et DUMAS, R. : Apraxie idéomotrice unilatérale gauche avec main gauche anomique : syndrome de déconnexion calleuse? *Rev. Neurol.*, 1969, 120 : 359-365.
- SEMMES, J., WEINSTEIN, S., GHENT, L. and TEUBER, H.L. : Correlates of impaired orientation in personal and extrapersonal space. *Brain*, 1963, 86 : 747-772.
- SMITH, S. and HOLMES, G. : A case of bilateral motor apraxia with disturbance of visual orientation. *Brit. Med. J.*, 1916, 1 : 437-441.
- SOLOMON, S.J., PASIK, T. and PASIK, P. : Effects of striate cortex and/or superior colliculi ablations on accurate reaching by monkeys. Abstracts, 808, Society for Neuroscience. 9th annual meeting. Atlanta, Georgia, 1979.
- SOPER, H.V. : Principal sulcus and posterior parieto-occipital cortex lesions in the monkey. *Cortex*, 1979, 15 : 83-96.
- SPERRY, R.W. : Neural basis of the spontaneous optokinetic response produced by visual inversion. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 1950, 43 : 482-489.
- STEIN, J.F. : Long loop motor control in monkeys. In : *Cerebral motor control in man : long loop mechanisms*. Prog. Clin. Neurophysiol., vol. 4, J.F. Desmedt Ed., pp. 107-122, Karger, 1978.
- STENGEL, E. : Loss of spatial orientation, constructional apraxia and Gerstmann's syndrome. *J. Ment. Sci.*, 1944, 90 : 753-760.
- STENVERS, H.W. : *Les réactions opto-motrices*. Paris, Masson, 1961.
- SUGISHITA, M., ETTLINGER, G. and RIDLEY, R.M. : Disturbance of cage-finding in the monkey. *Cortex*, 1978, 14 : 431-438.

- TAUB, E., GOLDBERG, I.A. and TAUB, P. : Deafferentation in monkeys : pointing at a target without visual feedback. *Exp. Neurol.*, 1975, 46 : 178-186.
- TAYLOR, A.M. and WARRINGTON, E.K. : Visual discrimination in patients with localized cerebral lesions. *Cortex*, 1973 : 9 : 82-93.
- TEUBER, H.L. : Space perception and its disturbances after brain injury in man. *Neuropsychologia*, 1963, 1 : 47-57.
- TEUBER, H.L. : Alterations of perception after brain injury. pp. 182-216. In : *Brain and conscious experience*. J.C. Eccles, Ed. Springer, New York, 1966.
- TREVARTHEN, C. : Two mechanisms of vision in primates. *Psychol. Forsch.*, 1968, 31 : 299-327.
- TYLER, H.R. : Abnormalities of perception with defective eye movements (Balint's syndrome). *Cortex*, 1968, 4 : 154-171.
- TZAVARAS, A. : Les apraxies unilatérales. In : *Du contrôle moteur à l'organisation du geste*. pp. 359-379. H. Hécaen et M. Jeannerod, Eds., Paris, Masson, 1978.
- TZAVARAS, A. : Communication orale à la Société de Neuropsychologie de langue française. Dijon, juin 1979.
- TZAVARAS, A. and HECAEN, H. : Relations of optic ataxia and unilateral ideomotor apraxia. *Exp. Brain Res.*, 1975, suppl. 23 : 202.
- TZAVARAS, A. et MASURE, M.C. : Aspects différents de l'ataxie optique selon la latéralisation hémisphérique lésionnelle. *Lyon Médical*, 1976, 236 : 673-683.
- TZAVARAS, A., OZONAS, G. et CHODKIEWICZ, J.P. : Apraxie idéomotrice à prédominance unilatérale gauche avec ataxie optique lors d'une lésion pariétale gauche. pp. 265-285. In : *Les syndromes de disconnexion calleuse chez l'homme*. F. Michel, B. Schott, Eds, Lyon, 1974.
- UMILTA, C., RIZZOLATTI, G., MARZI, C.A., ZAMBONI, G., FRANZINI, C., CAMARDA, R. and BERLUCCHI, G. : Hemispheric differences in the discrimination of line orientation. *Neuropsychologia*, 1974, 12 : 165-174.

- UNGERLEIDER, L.G. and BRODY, B.A. : Extrapersonal spatial orientation. The role of posterior parietal, anterior frontal and infero-temporal cortex. *Exp. Neurol.*, 1977, 56 : 265-280.
- UNGERLEIDER, L.G. and CHRISTENSEN, C.A. : Pulvinar lesions in monkeys produce abnormal eye movements during visual discrimination training. *Brain Res.*, 1977, 136 : 189-196.
- UNGERLEIDER, L.G. and CHRISTENSEN, C.A. : Pulvinar lesions in monkeys produce abnormal scanning of a complex visual array. *Neuropsychologia*, 1979, 17 : 493-501.
- VAN DER STAAK, C. : Intra and interhemispheric visual motor control of human arm movements. *Neuropsychologia*, 1975, 13 : 439-448.
- VITAL-DURAND, F. : Plasticité du développement des conduites sensorimotrices du chaton. pp. 168-183. In : *Du contrôle moteur à l'organisation du geste*. H. Hécaen et M. Jeannerod, Eds., Paris, Masson, 1978.
- VOGT, C. und VOGT, O. : Allgemeinere Ergebnisse unserer Hirnforschung. *J. Psychol. Neurol.*, 1919, 15 : 279-462.
- VOLPE, B.T., LEDOUX, J.E. and GAZZANIGA, M.S. : Spatially oriented movements in the absence of proprioception. *Neurology*, 1979, 29 : 1309-1313.
- VON ECONOMO, C.F. : The cytoarchitectonics of the human cerebral cortex. Oxford Medical publications, London, 1929.
- WATSON, R.T. and HEILMAN, K.M. : Thalamic neglect. *Neurology*, 1979, 29 : 690-694.
- WEISKRANTZ, L. : Hindsight and blindsight. *Neurosc. Res. Prog. Bull.*, 1977, 15 : 344-346.
- WEISKRANTZ, L., COWEY, A. and PASSINGHAM, C. : Spatial responses to brief stimuli by monkeys with striate cortex ablations. *Brain*, 1977, 100 : 655-670.
- WEISKRANTZ, L., WARRINGTON, E.K., SANDERS, M.D. and MARSHALL, J. : Visual capacity in the hemianopic field following a restricted occipital ablation. *Brain*, 1974, 97 : 709-728.

- WELCH, K. and STUTTEVILLE, P. : Experimental production of unilateral neglect in monkeys. *Brain*, 1958, 81 : 341-347.
- WIESENDANGER, R., WIESENDANGER, M. and RUEGG, D.G. : An anatomical investigation of the cortico pontine projection in the primate. II. The projection from frontal and parietal association areas. *Neurosc.*, 1979, 4 : 747-765.
- WILSON, M. : Effects of circumscribed cortical lesions upon somesthetic and visual discrimination in the monkey. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 1957, 50 : 630-635.
- WOLPERT, I. : Die Simultanagnosie. Störung der Gesamtauffassung. *Zeitschrift. ges. Neurol. Psychiatr.*, 1924, 93 : 397-415.
- WONG-RILEY, M.T.T. : Connections between the pulvinar nucleus and the prestriate cortex in the squirrel monkey as revealed by peroxidase histochemistry and autoradiography. *Brain Res.*, 1977, 134 : 225-236.
- WOODWORTH, R.S. : The accuracy of voluntary movement. *Psychol. Rev. Monogr. Suppl.*, 1899, 3 : 1 - 114.
- WURTZ, R.H. and GOLDBERG, M.E. : Activity of superior colliculus in behaving monkey. IV. Effects of lesions on eye movements. *J. Neurophysiol.*, 1972, 35 : 587-596.
- WYKE, M. : Effect of brain lesions on the rapidity of arm movement. *Neurology*, 1967, 17 : 1113-1120.
- WYKE, M. : The effect of brain lesions on the performance of bilateral arm movements. *Neuropsychologia*, 1971, 9 : 33-42.
- YIN, T.C.T. and MOUNTCASTLE, V.B. : Visual input to the visuomotor mechanisms of the monkey's parietal lobe. *Science*, 1977, 197 : 1381-1383.
- ZIHL, J. : "Blindsight" : improvement of visually guided eye movements by systematic practice in patients with cerebral blindness. *Neuropsychologia*, 1980, 18 : 71-77.
- ZIHL, J. and VON CRAMON, D. : Collicular function in human vision. *Exp. Brain Res.*, 1979a, 35 : 419-424.
- ZIHL, J. and VON CRAMON, D. : The contribution of the "second" visual system to directed visual attention in man. *Brain*, 1979b, 102 : 835-856.

Association Amicale des Etudiants en Pharmacie de Lyon
8, avenue Rockefeller - 69008 LYON - Tél. (7) 874-40-37